

播但連絡道路の料金施策を通じた交流促進 ～観光交流による地域活性化～

山根 彬寛¹・齊藤 俊洋²

¹兵庫県 県土整備部土木局 高速道路推進室 (〒650-8567兵庫県神戸市中央区下山手通5-10-1)

²兵庫県道路公社 技術部 経営企画課 (〒650-0011兵庫県神戸市中央区下山手通4-18-2)

兵庫県及び県道路公社は、2005年度から播但連絡道路(以下「播但道」)の利用促進及び交流促進による地域経済の活性化等を目的に料金施策を実施し、一定の成果を上げてきた。しかし、近年、但馬地域の定住人口が大幅に減少しており、そのような中、地域創生を図るには、より一層の交流促進が求められている。そこで、県及び道路公社は、2017年度から播但道で新たな料金施策(社会実験)を実施し、交流促進による観光をはじめとした地域経済の活性化に取り組んでいる。本論文では、交通量の変化やアンケート調査等により経済波及効果を分析し、本料金施策の効果等について述べる。

キーワード 有料道路, 料金施策, 社会実験, 交流人口, 経済波及効果

1. はじめに

兵庫県は、日本列島のほぼ中央に位置し、北は日本海、南は瀬戸内海から淡路島を介して太平洋に面しており、大阪湾ベイエリアをはじめとする瀬戸内臨海部、中国自動車道を中心とした内陸部、豊かな自然・観光資源を有し、山陰海岸国立公園の一部をなす日本海岸沿岸部からなっている。また、かつての摂津・播磨・但馬・丹波・淡路の5つの国からなり、これらの地域が織りなす多彩な産業や変化に富んだ地理的・社会的特性、国際性の豊かさなどから、「日本の縮図」とも言われてきた。

この多彩な地域特性を踏まえ、本県では、阪神播磨臨海軸、山陽内陸軸、中国内陸軸、日本海沿岸軸の東西4本、日本海太平洋軸、播磨丹波但馬軸、播磨但馬軸、播磨因幡軸の南北4本の916.7kmの路線網からなる「基幹道路八連携軸」を中心とする道路網の整備を通じ、都市

と多自然居住地域との交流促進や地域産業の振興など県土の均衡ある発展に取り組んでいる。そのような中、近年では北近畿豊岡自動車道(2016年度八鹿日高道路開通)や新名神高速道路(2017年度兵庫県内全線開通)など高規格幹線道路の整備も進み、2018年度末には県内の基幹道路の約8割供用するなど、県内の基幹道路ネットワークは着実に構築されてきている。また、本県の高速道路は供用延長が北海道に次いで全国2位の753kmを誇ることや、全道路延長、可住地面積に占める延長等も全国の中で上位に位置することから(表-1)、重要性の高いインフラストックと言える。

本論文では、「基幹道路八連携軸」のうち播磨但馬軸を構成する播但道で、交流促進等を目的に実施している料金施策(社会実験)について、交通量の変化やアンケート調査等により経済波及効果を分析し、本料金施策の効果等について述べる。

表-1 高速道路延長の都道府県別比較

指標	高速道路 実延長(km)		道路延長 ¹⁾ 当たり(km/1,000km)		総面積 ²⁾ 当たり(km/100km ²)		可住地面積 ³⁾ 当たり(km/100km ²)	
	2018.4.1		2014.4.1		2015.10.1		2010.2.1	
1	北海道	1126	兵庫県	20.65	大阪府	20.52	新潟県	48.37
2	兵庫県	753	大阪府	20.09	神奈川県	14.20	大阪府	29.57
3	広島県	555	山口県	19.51	東京都	12.83	兵庫県	27.08
4	福島県	489	広島県	19.10	新潟県	10.30	広島県	24.24
5	新潟県	460	福井県	17.08	兵庫県	8.96	三重県	23.40
6	愛知県	450	鳥取県	16.28	静岡県	8.47	神奈川県	23.39
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
47	沖縄県	78	群馬県	5.06	北海道	1.35	石川県	3.86
全国平均		292		11.24		3.63		11.09

(兵庫県高速道路推進室調べ)

※1「高速道路」の定義

- ①出入りがインターチェンジに限定されていること(立体交差等)
- ②往復車線が分離されていること(ボール等による分離可)
- ③高速走行が可能なこと(50cc原動付自転車、自転車、歩行者が通行できないこと)

※2「道路延長」の定義

- 高速自動車国道、一般国道、都道府県道、市町村道の合計延長

※3「可住地面積」の定義

- 総面積から林野面積(森林面積と森林以外の草生地面積を含む)と主要湖沼面積(面積が1km²以上の自然湖)を差し引いた面積

2. 播但道の概要

道路公社が管理する播但道は、播磨地域の中心都市である姫路市と温泉や自然環境を主とした観光資源に富む但馬地域を結ぶ延長65.1kmの一般有料道路で、全国でも長い公社管理路線である。

また、中国自動車道、山陽自動車道、北近畿豊岡自動車道の高規格幹線道路等と接続し、重要な高速道路ネットワークを形成していること(図-1)、沿線に県内有数の観光施設が多数あることから、広域的に利用されている路線である。

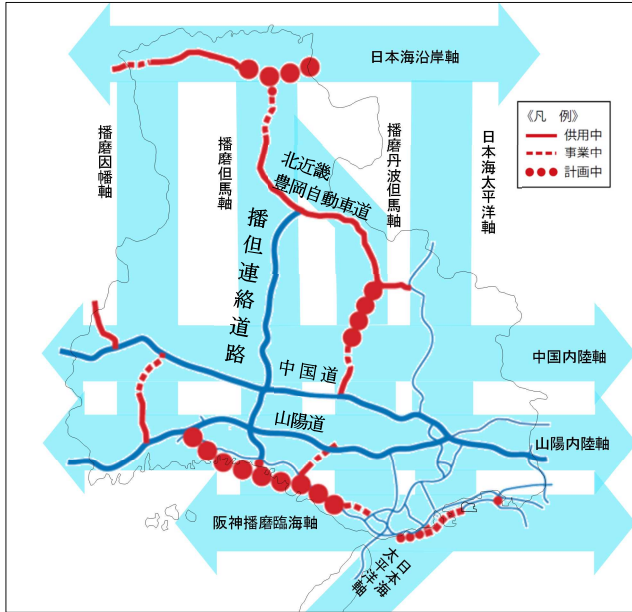


図-1 兵庫県の高速道路網図

3. 施策の背景

(1) 但馬地域の課題

但馬地域は総人口約167,500人(2017年度)で、毎年約2,500人もこの人口が減少している。また、近年の人口減少率(2013年～2017年)は△6.5%と全県の△1.4%を大きく上回っており(図-2)、人口減少が大きな課題である。その中、但馬地域の特性(次記(2))を踏まえると、播但道の料金施策は但馬地域と播磨地域等の交流促進に有効であり、人口減少対策に寄与すると考えられる。

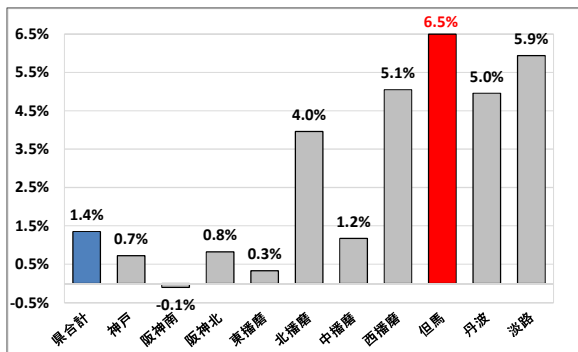


図-2 兵庫県の地域別人口減少率⁴⁾

(2) 但馬地域の特性

a) 来訪手段

但馬地域においては、観光客の来訪手段の70%以上を自動車に占めており、全県45%と比較しても非常に高いことから(図-3)、基幹道路を介したさらなる交流促進が必要である。

【但馬地域】



【兵庫県】



図-3 但馬地域及び兵庫県への来訪手段⁵⁾

b) 観光GDP

但馬地域は地域内GDPに占める観光GDPの割合が約11.1%と全県の約3.7%を大きく上回っており(図-4)、観光業が重要な産業となっていることから、地域経済に及ぼす影響も大きい。

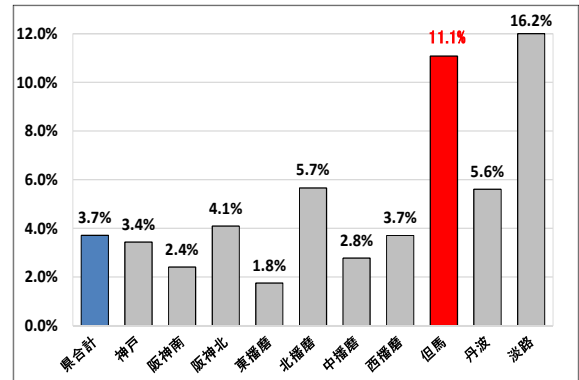


図-4 地域内GDPに占める観光GDPの割合⁶⁾

c) リピート率・再訪意向

但馬地域を訪れる観光客のリピート率は77%と非常に高く、再訪意向も平均90%(図-5)と全国の観光地平均60.4%⁷⁾を大きく上回っている。また、再訪意向が来訪回数が増えるに伴い上昇することから、「来訪のきっかけ」を提供することが交流促進の重要なカギとなる。

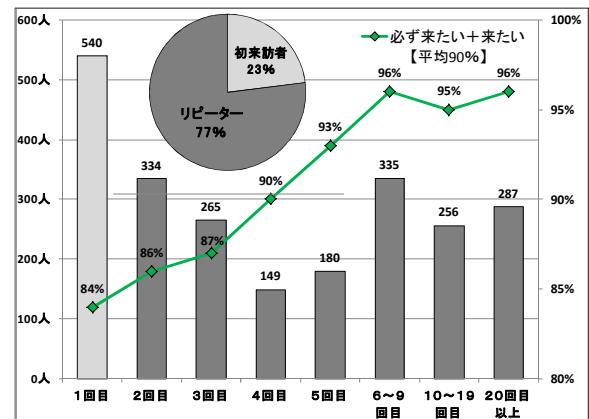


図-5 但馬地域のリピート率と再訪意向

4. 取り組み

(1) 施策のねらい

人口減少が課題である但馬地域においては、交流人口の拡大により維持人口（定住人口+交流人口）を確保することが、地域の活力維持につながる。

2016年度末(H28年度末)に北近畿豊岡自動車道が但馬地域の中心都市である豊岡市(日高神鍋高原IC)まで延伸され、但馬地域と播但道を介した播磨地域との移動時間が短縮された(表-2)。この効果に、播但道の料金施策による料金低減効果を加えることにより、一層の交流人口の拡大が期待できる。

表-2 時間短縮効果と料金低減効果

項目	H28年度以前	H29年度以降	低減効果
移動時間※	85分	75分	10分
料金	1,440円	1,000円	440円

※ 姫路JCTから豊岡市(日高町)

(2) 平日に割引を導入する理由

a) 世代人口

若年・中高年世代(65歳以下)は時間に余裕がなく、料金施策のみでは交流促進が期待できない。また、仮に交流促進が図られたとしても、若年・中高年世代は人口が減少していくため、効果は相殺されてしまう。これに対して、シニア世代(65歳以上)は他の世代より時間・お金に余裕があるとされており、平日の移動拡大が期待できる。さらに、シニア世代は人口が2040年ごろまで増加し続けることから(図-6)、交流促進が図られれば、人口の増加と合わせた相乗効果により、大きな効果が期待できる。

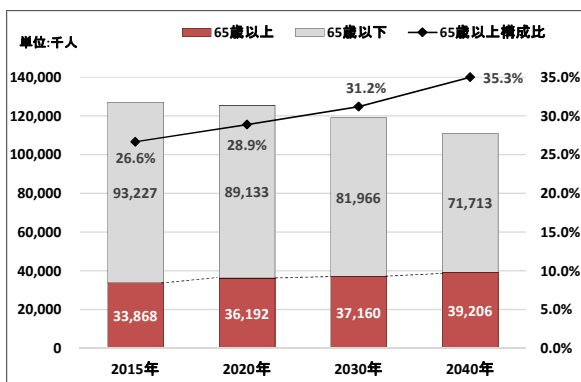


図-6 将来の総人口と65歳以上の構成比

b) 播但道の料金体系

播但道の普通車の基本料金は22.32円/km×利用距離(km)で、接続するNEXCO路線(26.57円/km×利用距離(km)+162円(初乗り料金))と比べて非常に安い。また、休日においては、料金施策(交流促進)として、休日割引(△30%)・休日全線割引(△40%)を既に導入しており、全線

利用(姫路JCT~和田山)時の料金が860円と、全国で最も安いキロ当たり単価となっている。これに対し、平日は通勤時間帯割引(△30%)以外の割引を導入しておらず、全線利用時が1,440円と休日に比べ580円も高いことから、平日に更なる割引を導入することは、効果的であると考えられる(図-7)。

(3) 社会実験の概要

- ① 実施期間 2017年(H29)4月から2年間(2019年から2年間延伸し、2020年度末まで継続実施)
- ② 対象車種 普通車・軽自動車等(ETC限定)
- ③ 対象日 平日(祝日を除く月から金)
- ④ 割引内容
 普通車 上限料金 1,000円(最大440円引き)
 軽自動車等 上限料金 800円(最大330円引き)

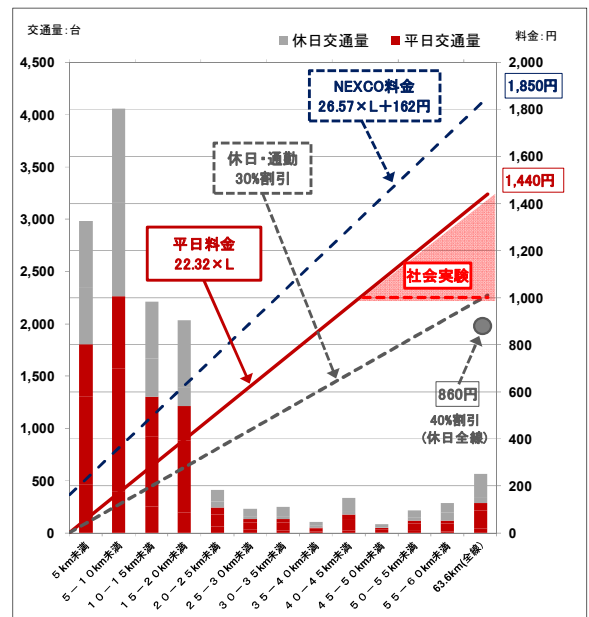


図-7 利用料金(普)と距離別年間利用台数(普+軽)

5. 効果検証

(1) 平日交通量(普・軽)の変化

割引対象区間の交通量の増加率が+6.4%と割引対象区間外の増加率+3.0%を上回っており(図-8)、割引の効果が確認できる。また、区間別では全線利用(姫路JCT~和田山)の増加台数が一番多く(+73台/日:68%)、播磨南部地域から但馬地域への来訪客増加に寄与したものと考えられる。

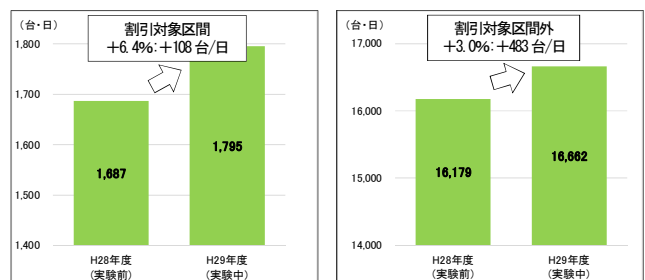


図-8 割引対象区間と区間外の交通量の変化

(2) 増加要因

割引対象区間の交通量の増加要因は、下記3点から、割引の導入に伴う純増と考えられる。

a) 他路線からの転換

並行している国道312号や遠阪トンネルの小型車交通量も増加(+1%程度)しており(図-9)、国道312号や北近畿豊岡自動車道からの転換ではないと考えられる。

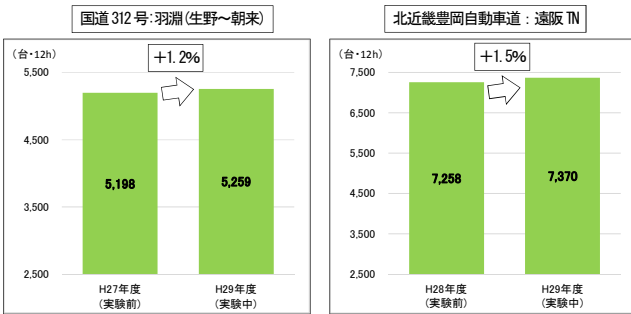


図-9 並行路線等の交通量の変化

b) 播但道利用者の利用距離の変更

割引対象区間に近接する区間(普800円以上・軽600円以上)の交通量が減少していないことから、割引導入に伴う、既存利用者の割引対象区間外から割引対象区間への転換ではないと考えられる。

c) 播但道利用者の利用距離の変更

播但道のSA・PA及び観光地等で実施したアンケート調査の結果、「割引きがあったから播但道を利用した」と回答した方が78名/日おり、割引対象区間の交通量の増加108台/日と大きさ差がない。

※アンケート調査:11月・2月・3月に実施。総数2,021名。

(3) 料金収入

割引導入による播但道の収入は、誘発台数(6.4%)が少ないことから、約80百万円/年の減収となった。

【減収額の計算方法】

$$\begin{aligned} & \text{実験前交通量(2016年度)} \times \text{実験前料金(2016年度)} \\ & - \text{実験中交通量(2017年度)} \times \text{実験中料金(2017年度)} \end{aligned}$$

(4) 経済波及効果

割引の導入に伴い、①交流人口の拡大(観光客の増加)と②移動コストの低減による消費額の増加(観光利用・業務利用等)が見込まれ、経済効果は約172百万円/年(下記a)~c)の合計)と算定される。

a) 観光客の増加による経済効果

割引により新たな観光客が但馬地域へ来訪し、観光消費行動を行うことによる経済効果は約134百万円/年と算定される(表-3)。

(直接効果92百万円/年、間接効果[※]42百万円/年)

※兵庫県公表の産業連関分析により、直接効果の約0.45倍に相当する間接効果が発生するとされている。

表-3 観光客の増加による経済効果の算定方法

割引導入に伴う新たな但馬地域への観光客					
増加台数 (台/日) ^{※1}	往復 考慮	平日数 (日)	播但道観光 割合(%) ^{※2}	平均乗車数 (人/台) ^{※3}	観光客数 (人/年)
108÷	2×	247×	49.3×	1.34=	8,811
観光客の増加に伴う直接効果					
観光客数 (人/年)	観光消費額 (人/円) ^{※4}	経済効果 (直接効果)			
8,811×	10,425=	92百万円			

※1:2017年度播但道交通量実績

※2:2017アンケート調査

※3:道路交通センサス①から但馬地域へ観光目的の来訪トリップを集計

※4:2015年度兵庫県観光客動態調査報告書

b) 消費額の増加による経済効果(観光関係)

播但道利用者が割引により移動コストが軽減され、観光客の飲食等の消費額が増加することによる経済効果は約26百万円/年と算定される(表-4)。

(直接効果18百万円/年、間接効果8百万円/年(aと同様))

表-4 消費額の増加による経済効果(観光関係)の算定方法

割引が適用される来訪者(観光目的)					
割引対象区間 交通量(台/日) ^{※1}	往復 考慮	平日数 (日)	播但道利用 割合(%) ^{※2}	平均乗車数 (人/台) ^{※3}	増加人数 (人/年)
1,795÷	2×	247×	49.3×	1.34=	146,447
移動コスト低減に伴う直接効果					
増加人数 (人/年)	消費増額 (円/人) ^{※4}	経済効果 (直接効果)			
146,447×	123=	18百万円			

※1:2017年度播但道交通量実績

※2・4:2017アンケート調査

※3:道路交通センサス①から但馬地域へ観光目的の来訪トリップを集計

c) 消費額の増加による経済効果(観光以外)

播但道利用者が割引により移動コストが軽減され、観光額以外(業務・通勤利用者等)の飲食等の消費額が増加することによる経済効果は約12百万円/年と算定される(表-5)。

(直接効果8百万円/年、間接効果4百万円/年(aと同様))

表-5 消費額の増加による経済効果(観光以外)の算定方法

割引が適用される来訪者(業務・通勤利用者等)					
割引対象区間 交通量(台/日) ^{※1}	往復 考慮	平日数 (日)	播但道利用 割合(%) ^{※2}	平均乗車数 (人/台) ^{※3}	増加人数 (人/年)
1,795÷	2×	247×	50.7×	1.26	141,615
移動コスト低減に伴う直接効果					
増加人数 (人/年)	消費増額 (円/人) ^{※4}	経済効果 (直接効果)			
141,615	59	8百万円			

※1:2017年度播但道交通量実績

※2・4:2017アンケート調査

※3:道路交通センサス①から但馬地域へ観光目的以外の来訪トリップを集計

6. 考察

(1) 検証結果

交通量の分析結果から、上限料金の導入により、但馬地域への観光客が定住人口の年間減少数の約3.5倍に相当する8,811人/年増加したと考えられる。また、移動コストの軽減により但馬地域内での消費行動も促進されており、本料金施策による経済波及効果は約172百万円/年

と算定される。以上のことから、本料金施策は道路公社の収入減(約80百万円/年)というマイナス要因はあるものの、県の施策である地域経済の活性化には有効であると考えられる。

(2) 今後の対応

本料金施策は一定の効果が確認されたものの、播但道のSA・PA、観光地等で実施したアンケート調査では、割引の認知率が36.8%と低い。また、北近畿豊岡自動車道が豊岡南IC、さらには豊岡ICまで延伸される予定であり、さらなる播磨地域と但馬地域の時間短縮効果が見込まれる。よって、平日上限料金(社会実験)をさらに2020年度末まで2年間継続し、交通流の変化や経済波及効果等について引き続き、検証を行っていく。

また、道路公社の収入減を解消するためには誘発台数を増加させる必要があることから、SA・PAなどで新たな播但道利用者をターゲットとした企画割引などを実施し、道路公社の経営改善に努めたい。

7. おわりに

効果検証の結果からもわかるように、播但道における料金施策は地域経済に与える影響が大きい。一方、播但

道は、料金の割引率に対し、交通量の増加率が低いため、料金収入は減少する。また、今後、播但道においては老朽化に伴う維持管理費の増加が見込まれており、その財源確保が喫緊の課題である。以上のことから、今後、料金施策を展開する上では、大きな視点(地域経済の活性化)と、道路管理者の本来の目的(適切な維持管理を行うための財源確保)のバランスを考慮し、持続可能で最もストック効果が発現できる料金施策を検討していく必要がある。

謝辞: 国土交通省道路局高速道路課及び近畿地方整備局路政課の皆様には、本社会実験の実施方法及び効果検証にあたっての手法等について、ご教示頂きましたことに、厚く感謝の意を表します。

参考文献

- 1)国土交通省：道路統計年報 2015
- 2)国土地理院：全国都道府県市区町村別面積調
- 3)総務省統計局：統計でみる都道府県のすがた 2013
- 4)兵庫県：兵庫県の人口の動き
- 5)国土交通省：H22 パーツトリップ 調査
- 6)兵庫県：H28 市町内 GDP 速報及び H28 観光客動態調査報告書
- 7)国土交通省観光庁：2016 年旅行・観光消費動向調査
- 8)国立社会保障・人口問題研究所：日本の将来人口

都市のスポンジ化の事例分析について

松本 俊輔¹

¹ 国土交通省近畿地方整備局都市整備課 (〒540-8586 大阪府大阪市中央区大手前 1-5-44)

人口減少、少子高齢社会においては人口が適度に維持された、都市のコンパクト・プラス・ネットワーク化が重視されるが、空き地や空き家がランダム性をもって発生する都市のスポンジ化は、コンパクトシティ政策を推進していく上で重大な支障となっている場合がある。一方、都市のスポンジ化は、現象として定性的に認識されているが、定量的に測る指標がない。そのため、空き家率、低未利用地率等の定量的な指標に加え、都市のスポンジ化の進行度やスポンジ化への対策を取る上での目安となる定量的な指標について事例分析を実施した。

キーワード スポンジ化, 空き地, 市街地環境

1. はじめに

本件では、以下の手順により事例分析を実施した。

(1) 既往の調査・研究の把握

都市のスポンジ化に関する既往の調査・研究について調査することで、都市のスポンジ化を定量的に測る指標（以下、定量的指標という）を把握した。

(2) 定量的指標の提案

上記の調査結果を踏まえ、スポンジ化を測る指標として考えられる項目を抽出し、データを収集した。

(3) 定量的指標と都市・住環境の状況との比較等

具体的な地域、地区を対象に定量的な指標のデータを整理、分析した上で、定量的指標の活用の方角性を検討した。

(4) 定量的指標の吟味・精緻化

指標間の相関を確認した上で、分析対象となる地域を追加、上記の検討を再度実施し、定量的指標としての妥当性、確からしさを確認した。

2. 既往の調査・研究の把握

主に都市内の空き地、空き家を対象にデータを用いて分析を行っている調査・研究論文等を収集し、それぞれの目的、調査・研究内容を確認した上で、定量的指標としての活用が展望される指標を抽出した。

具体的には、氏原岳人ほかの研究結果¹⁾より得られた下記知見より、建物開発率、建物滅失率、空き家率、

公示地価、都市中心部からの距離等の指標に着目することとした。

- ・人口が減少する一方で都市全体では郊外化が進展
- ・地方都市の中心部と郊外縁辺部で都市スポンジ化が相対的に高く発生
- ・スプロール市街地では相対的に世帯が減少しやすく、都市スポンジ化が顕在化する可能性が高い。特に、利用意向もなく空き家を放置する形で衰退する特徴
- ・土地区画整理事業の実施地域は、土地の流動性が高く、循環しながら活用される傾向

3. 定量的指標の提案

(1) 定量的指標の提案

その他の調査・研究についても、同様に内容、方法、結果を把握し、定量的指標として着目すべき指標を、3つの視点に分類して候補を抽出した。

表-1 着目した指標

視点1：都市のスポンジ化そのものを表す指標・データ	
考え方 ・市街地に発生する空き地（低未利用地）・空き家そのものを表す指標・データである。 ・空き地については、右欄の様な情報を取得することが考えられる。	指標 ① 位置・距離 ② 面積 ③ 建物滅失（空き地化） ④ 建物開発（有効利用）
視点2：空き地・空き家に関する状況を表す指標・データ	
考え方 ・空き地（低未利用地）・空き家そのものの指標・データに加え、分布特性、発生特性等を把握する指標・データである。 ・前章の整理においても、右欄の様なデータとの関連性や特徴が見られた。	指標 ① 市街地整備歴（開発時期、開発手法） ② 都市基盤施設の整備状況 ③ 都市機能の立地、集積状況 ④ 都市計画（線引き、用途地域）
視点3：スポンジ化の背景または結果を表す指標・データ	
考え方 ・空き地（低未利用地）・空き家が生じた（増えた）背景、あるいは生じた（増えた）結果としてどのような状況が捉えられるか、主に社会動態等から読み取る指標・データである。	指標 ① 人口（総数、密度、年齢階級別） ② 世帯（総数、世帯人員） ③ 年代別 DID（人口集中地区） ④ 地価

(2) データの収集

定量的指標を用いた分析を実施するにあたり、データ収集を行った。分析は GIS（地理情報システム）の活用を前提とし、公開、販売されている統計データ、地図データ、位置データ等を収集した。また、空き家、空き地データ、都市計画や立地適正化計画に関する等については分析対象地域の市町村等に提供を依頼した。

4. 定量的指標と都市・住環境の状況との比較等

前章で提案した指標を用いて、具体的な地域を対象として分析を実施した。検討の対象とする地域は「特定の地域」（以下、特定地域という）として大阪府泉北地域（堺市、和泉市、高石市、泉大津市、忠岡町）、兵庫県中播磨圏域（姫路市、たつの市、太子町、福崎町）に加え 1 地域を選定した。

(1) 特定地域の選定

近畿圏を対象として表-2 の着眼点と指標に基づいて分析を実施し、奈良県北中部（大和高田市、橿原市、桜井市、香芝市）を 3 つめの特定地域として選定した。（図-1）

表-2 地域選定の着眼点と分析した指標

分析の着眼点	整理した指標
DID の拡大縮小、市街化区域、人口増減との関係から、人口減少に伴う市街地の空洞化の進展が懸念される地域に着目	<ul style="list-style-type: none"> ・DID の拡大・縮小 (H17, 27) ・市街化区域、市街化調整区域 ・総人口の増減 (H17, 27)
上記地域に対し年齢区分別人口（15 歳未満、15～64 歳、65 歳以上）の増減、平均世帯人員増減状況から、少子化、世帯人員の減少に伴う次世代における空き家化の進展が懸念される地域に着目	<ul style="list-style-type: none"> ・総人口あたりの年齢区分別人口の割合 (H27) ・総世帯数 (H17, 27) ・総世帯数の増減 (H17, 27) ・総世帯数あたりの平均世帯人員 (H17, 27)

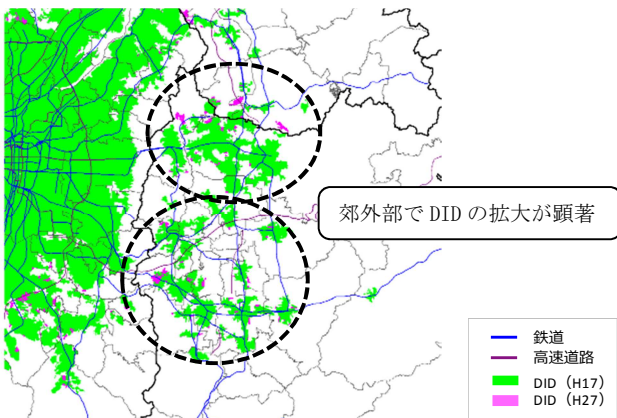


図-1 分析結果例：奈良県北部の DID の変化

(2) 特定地域の分析

特定地域の分析は、自治体からデータ提供が不可欠であり、本分析では特定地域ごとに必要なデータが提供された都市を中心に分析を実施した。具体的には、兵庫県中播磨圏域は姫路市、大阪府泉北地域は和泉市、高石市、泉大津市、奈良県北中部地域は大和高田市、橿原市である。

本節では姫路市の分析について採りあげる。なお、スポンジ化を直接的に表すデータのの一つである低未利用地のデータを取得できなかったため、空き家データを中心に分析を実施した。

a) 地域の分析

個別に分析する地区の選定にあたり、姫路市の分析を実施した。空き家が多く分布する市域南部の市街化した地域のデータを整理、分析した。分析した指標は表-3 に示すとおりである。

表-3 分析に用いた指標

(1) 空き家の分布と密度（空き家の分布と小地域(町丁目)ごとの空き家の密度（件数/面積））	
(2) DID（人口集中地区）の変遷	
(3) 市街地整備歴（土地区画整理事業）	
(4) 市街化区域	
(5) 交通条件（誘致圏）	バスルート、バス停、運行頻度 鉄道、鉄道駅
(6) 生活利便性（誘致圏）	行政窓口、市立小学校、市立中学校 コンビニ、スーパー、デイサービス、内科、保育園・幼稚園
(7) 人口、世帯数	

b) 個別地区の選定

a) の分析を通じ、空き家の分布と密度（件/km²）、DID の変遷等から候補となる 9 地区を選定、さらにその他の指標による分析を行い、3 つの市街地タイプの 7 地区を選定した。（表-4、図-2 参照）

選定した 7 地区（図-2 の①～⑦）は、概ね以下の 3 つの市街地タイプに分類された。

- i) 古くから形成され、市街地整備が実施済み
- ii) 古くから形成されているが市街地整備は未実施
- iii) i, ii より少し遅れて市街化し、市街地整備は未実施

表-4 個別地区選定の手順

	分析に用いた指標	個別地区の選定
ステップ 1	(1) 空き家の分布と密度 (2) DID の変遷 (3) 市街地整備歴 (4) 市街化区域	空き家件数、密度が高い 9 地区を候補として選定（図-2）

一般部門(活力):No.02

ステップ2	(5)交通条件 (6)生活利便性 (7)人口 (8)世帯数	3つの市街地タイプから7地区を選定(図-2の①~⑦)
-------	--	----------------------------

c) 分析概要

個別地区に着目した分析結果は以下の通り。(表-4参照)

交通条件については全地区がバス停の誘致圏(半径300m)に位置するが、南部、東部の地区はバスの運行頻度が低い。鉄道駅の誘致圏(半径800m)外に位置するのは2地区のみであり、総じて交通利便性

が高い地区が多い。

生活利便性に着目すると、全ての地区が商業施設(コンビニエンスストア, スーパー), 福祉施設(デイサービス施設), 医療施設(内科医院)の誘致圏(半径800m)に位置している。

人口, 人口密度, 年齢3区分別人口, 世帯数, 世帯人員等の分析を行ったが、動向は地区ごとに多様であり、空き家分布, 密度との関連性はとらえられなかった。

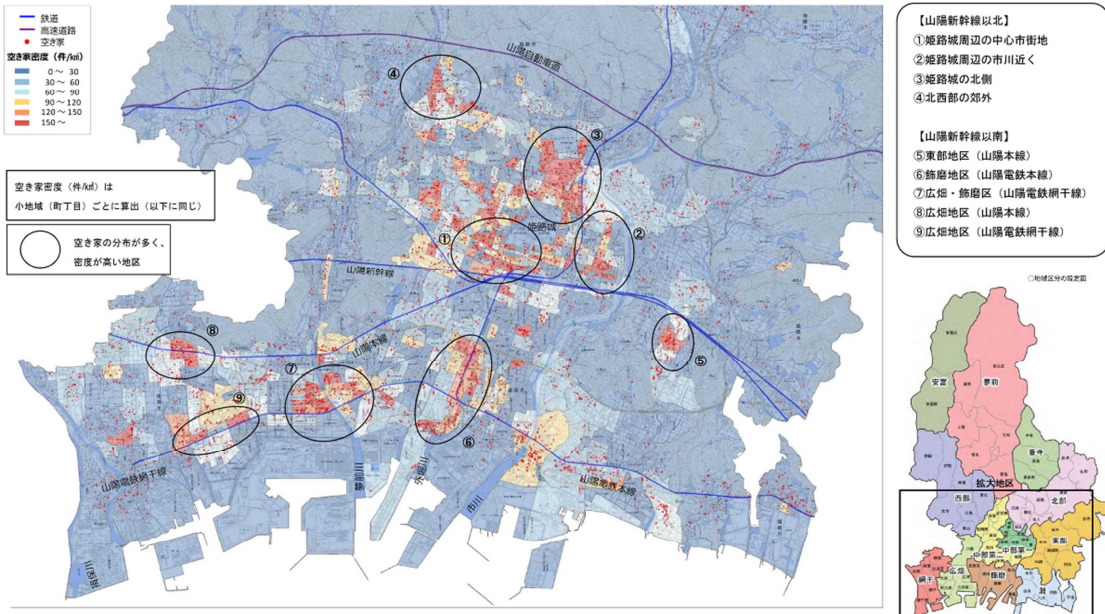


図-2 姫路市における空き家分布, 空き家密度(件/km²), 検討対象候補地区

表-4 個別地区に着目した特定地域(姫路市)の分析結果

No.	地区	空き家の分布状況	交通条件				生活利便		指標		社会動向	
			バス	鉄道	行政窓口	小学校 中学校	生活 利便施設	人口の増減	人口の密度	年齢別人口の割合・密度	世帯数・世帯密度・平均世帯人員	
1	中心市街地	地区全体に分布している	誘致圏内	誘致圏内	誘致圏内	両方 誘致圏内	誘致圏内 サービス水準 高い	戸建ての住宅が少ない東側では人口が減少傾向	住宅地がある西側で高い傾向	住宅が少ない北東側は15-64歳の人口密度が低い傾向 平均世帯人員は全体で1.5人未満の地区もある。	住宅地の西側で世帯数は増加傾向 平均世帯人員は全体で1.5人未満の地区もある。	
2	姫路城周辺の市川西岸	住宅地が多い南側に多く分布している	誘致圏内	誘致圏内	誘致圏外	両方 誘致圏内	同上	住宅が多い中心部で人口が増加傾向	住宅が多い中心部でも低い傾向	住宅が少なく、空き地の分布が多い南側に15-64歳の密度が低い傾向	住宅地の中心部では世帯数が増加している	
3	姫路城の北側	地区全体に分布している	誘致圏内	誘致圏内	誘致圏内	両方 誘致圏内	同上	姫路城の北側や鉄道付近の住宅地で減少傾向	鉄道付近の一部の住宅地で高い傾向	住宅や空き家の分布が多い鉄道付近で65歳以上の人口密度が高い傾向	住宅や空き家の分布が多い鉄道付近で世帯密度が高い傾向	
4	北西部の郊外	住宅が多い南側や住宅が少ない山沿いにも分布している	誘致圏内	誘致圏外	誘致圏外	中学校は 誘致圏外	同上	山沿いの住宅が少ない地区で人口が増加傾向	南側の住宅地で高い傾向 空き家の分布も多い	65歳以上の人口密度が地区全体で高い傾向	住宅が多い南側で世帯が増加傾向	
5	東部地区(山陽本線)	住宅が多い中心部で多く分布している	誘致圏内 運行頻度が低い	誘致圏内	誘致圏外	両方 誘致圏内	同上	減少傾向	低い傾向	15-64歳の人口密度が低い傾向	世帯数, 世帯密度ともに減少傾向	
6	飾磨地区(山陽電鉄本線)	鉄道付近、臨海部の住宅が多い地区で多く分布している	誘致圏内	誘致圏内	誘致圏内	両方 誘致圏内	同上	空き家が少なく、飾磨駅付近で人口が増加傾向	鉄道付近では人口が高い傾向	空き家の分布が多い臨海部の住宅地で65歳以上の人口密度が高い傾向	鉄道付近では世帯密度が高い傾向	
7	広畑・飾磨地区(山陽電鉄網干線)	住宅が多い広畑地区で多く分布している	誘致圏内 運行頻度が低い	誘致圏内	誘致圏外	中学校は 誘致圏外	同上	鉄道付近の空き家の分布が比較的少ない住宅地で人口が増加傾向	空き家の分布が多い鉄道付近の住宅地で高い傾向	鉄道付近の空き家が少なく15-64歳の人口密度が高い傾向	空き家の分布, 住宅が多い鉄道付近で世帯密度が高い傾向	
8	広畑地区(山陽本線)	鉄道付近、山沿いの住宅が多い地区で、多く分布している	誘致圏内 運行頻度が低い	誘致圏外	誘致圏内	中学校は 誘致圏外	同上	増加傾向	低い傾向	0-14歳, 65歳以上の人口密度が地区全体で低い傾向	地区全体で世帯数は増加傾向だが密度は低い傾向	
9	広畑地区(山陽電鉄網干線)	鉄道付近の住宅が多い地区で多く分布している	誘致圏内 運行頻度が低い	誘致圏内	誘致圏外	両方 誘致圏内	同上	鉄道から離れた住宅地で人口が増加傾向	低い傾向	鉄道から離れた空き家の分布が多い地区で65歳以上の密度が高い傾向	地区全体で世帯数は増加傾向だが密度は低い傾向	

(3) 個別地区の分析

前節で選定した7地区を対象に表-5の項目の分析を実施した. 具体的には空き家の分布, 土地利用の変化と他の項目を図示し, 重ね合わせたものである.

なお, 土地利用変化は概ね10年間の住宅, 住宅以外, 低未利用地の2つの用途間での変化を, 住宅地図から読み取って調査した.

姫路市の中心市街地地区の分析概要を紹介する.

表-5 個別地区の分析項目

<ul style="list-style-type: none"> ・ 空き家分布, 空き家密度 ・ 土地利用変化 ・ 土地利用現況 ・ 人口の増減(平成17~27年) ・ 年齢区分別人口の密度(0~14歳, 15~64歳, 65歳以上) ・ 世帯数の密度(平成27年) ・ 世帯数の増減(平成17~27年) ・ 平均世帯人員
--

a) 空き家密度(図-3)

空き家密度(件/km²)が高い小地域(町丁目)において土地利用転換が, 多く見られる.

b) 土地利用(図-4)

商業施設等が立地する地区東部には多くの低未利用地が見られる一方, 住宅が多い地区西部では空き家も多いが, 住宅の立地動向が捉えられる.

c) 人口・世帯数(図-5, 図-6)

住宅への土地利用転換が見られる地区西部は, 人口増加傾向が見られ, 人口密度も高い. 世帯についても, 人口と同様の傾向にある

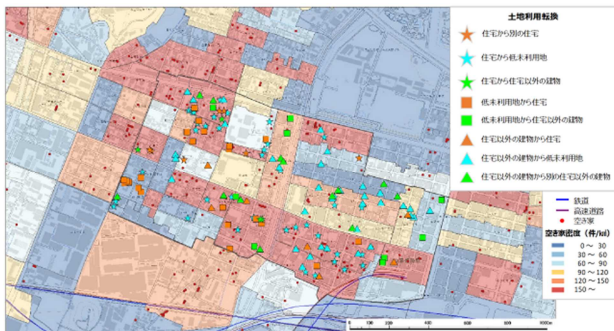


図-3 空き家密度と空き家分布, 土地利用転換

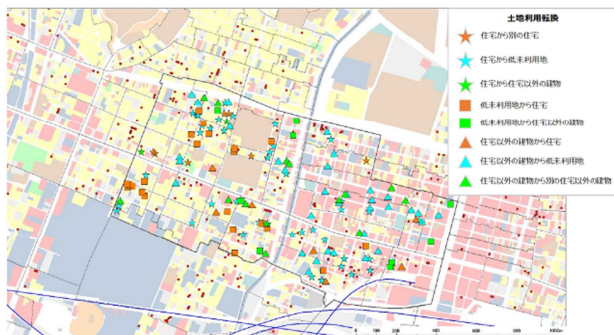


図-4 土地利用現況と空き家分布, 土地利用転換

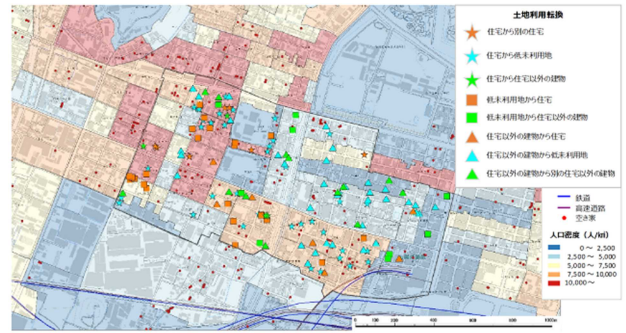


図-5 人口密度と空き家分布, 土地利用転換

(4) 定量的な指標検討の方向性

以上の分析を姫路市の7地区について実施した上で, スポンジ化の定量的な指標検討の方向性について以下のように整理した.

a) 着眼点

- ・ 空き地, 空き家の分布状況(件数, 密度, 偏り)
- ・ 建物立地動向等(土地利用ニーズ, 地区内の偏り)
- ・ 交通利便性(駅へのアクセス性)
- ・ インフラの整備状況(市街地整備歴, 狭隘道路)

b) 市街地タイプ

- ・ 中心部整備済み(都市的機能誘導)(地区1)
- ・ 中心部未整備(城下町, 下町の市街地)(地区3)
- ・ 一般市街地(整備済み・未整備)(地区2, 6, 7)
- ・ 郊外スプロール市街地(地区4)

c) 地区内の状況

- ・ 全体が整備済み, または未整備
- ・ 整備済みと未整備の混在
- ・ 開発余地の有無
- ・ 人口・世帯数の動態

d) 指標検討の方向性

- ・ 現状分析(空き地, 空き家の客観的指標)
- ・ 優位条件, 劣位条件の評価(市街地の状況, 空き家の分布, インフラ環境, 等)
⇒使いやすい状況にあるかどうか。
- ・ 活用可能性の評価(都市内での人口・世帯数, 土地利用動向, 住宅立地のトレンド)
⇒空き地, 空き家は転換可能か, 難しいか。

5. 定量的指標の吟味・精緻化

前章で整理した指標検討の方向性を踏まえ, 定量的指標としての確からしき, 妥当性を検証するため, 指標間の相関分析を実施した.

本検討は, 姫路市の個別地区の分析, 相関分析を実施後, 大阪府泉北地域の高石市の2地区, 奈良県北中部地域の大和高田市の1地区も含めて分析を実施したものである.

(1) 相関を確認した指標

空き家密度との関係に着目し、相関を確認した指標は以下の通りである。

a) 生活利便性, 交通利便性

生活利便施設（商業施設（スーパー）、内科医院、デイサービス）、鉄道駅、バス停から小地域（町丁目）の概ね中心までの距離を 100m 刻みで測定した。

b) 道路整備水準

小地域（町丁目）ごとに幅員区分別の道路延長を測定し、密度（延長/面積）として整理した。幅員区分は、「4m未満, 6m未満, 10m未満, 12m未満, 12m以上」とした。

(c) 人口動態等

小地域（町丁目）ごとに人口密度、年齢区分別（14歳以下, 15歳以上 64歳未満, 65歳以上）人口密度、年齢区分別人口の総人口に対する割合、世帯密度、平均世帯人員に関するデータを整理した。

(d) 土地利用転換状況

小地域（町丁目）ごとの土地利用転換*の件数から密度（件/km²）を整理した。

*概ね 10 年間の住宅, 住宅以外, 低未利用地相互の転換状況を調査

参考文献

1) 地方都市における都市スポンジ化の実証的研究
-建物開発・滅失・空き家状況の視点から-（氏原岳人・阿部宏史・村田直輝・鷺尾直紘）. 土木学会論文集（土木計画学）2016年

(2) 相関分析の結果

相関分析を行った結果、空き家密度との相関性が最も高い指標は道路幅員 4m未満の道路密度 (m/km²) となった. 次いで, 65 歳以上の人口密度である.

表-6 相関分析の結果

上位5位

NO.	指標	相関係数
1	空き家密度 (件/km ²)	1
2	スーパーまでの距離 (m)	-0.134387407
3	内科までの距離 (m)	0.173760284
4	デイサービスまでの距離 (m)	0.171013658
5	鉄道駅までの距離 (m)	-0.064565572
6	バス停までの距離 (m)	0.022868181
7	道路幅員4m未満の密度 (m/km ²)	0.454933185
8	道路幅員4m以上6m未満の密度 (m/km ²)	0.036070413
9	道路幅員6m以上10m未満の密度 (m/km ²)	-0.180080702
10	道路幅員10m以上12m未満の密度 (m/km ²)	-0.145657849
11	道路幅員12m以上の密度 (m/km ²)	-0.007121621
12	人口密度 (人/km ²)	0.146803826
13	総人口あたりの割合 0-14歳	-0.05213967
14	総人口あたりの割合 (15-64歳)	-0.177839318
15	総人口あたりの割合 (65歳以上)	0.192820003
16	年齢区分別人口の密度 0-14歳 (人/km ²)	0.022361008
17	年齢区分別人口の密度 15-64歳 (人/km ²)	0.079835243
18	年齢区分別人口の密度 65歳以上 (人/km ²)	0.317521969
19	世帯密度 (人/km ²)	0.186230163
20	平均世帯人員 (人)	-0.051635744
21	住宅から別の住宅 密度 (件/km ²)	0.137363701
22	住宅から低未利用地 密度 (件/km ²)	0.183941757
23	住宅から住宅以外の建物 密度 (件/km ²)	-0.053872411
24	低未利用地から住宅 密度 (件/km ²)	-0.019788282
25	低未利用地から住宅以外の建物 密度 (件/km ²)	-0.105043431
26	住宅以外の建物から住宅 密度 (件/km ²)	0.052276704
27	住宅以外の建物から低未利用地 密度 (件/km ²)	-0.05663546
28	住宅以外の建物から別の住宅以外の建物 密度 (件/km ²)	-0.131801721

大阪湾奥部の水質環境改善に向けた海水循環技術の取り組みについて

橋本 直暉

近畿地方整備局 大阪港湾・空港整備事務所 工務課 (〒552-0007 大阪市港区弁天1丁目2番1-1500号)

大阪湾は、瀬戸内海の東端に位置する閉鎖性海域であり、慢性的な水質汚濁に対して様々な環境改善施策が推進されているところである。特に湾奥部は、海水の停滞性が強く、点在する窪地では夏季及びその前後で貧酸素水塊が発生する状況である。

これらの背景を踏まえ、堺泉北港堺浜をモデルケースとし、酸素が豊富な表層の低密度水を「ポンプ式底層放流装置」で底層に放流することにより発生する循環流で海水交換を行い、底層DO（貧酸素水塊）等の海域環境の改善を図る海水循環技術の実証実験を実施した。

キーワード 海域環境, 海水循環, モニタリング, 現地実験, 貧酸素水塊

1. はじめに

閉鎖性海域において底層水が貧酸素化するメカニズムは以下の通りである。

- ・閉鎖性の強い海域では、春～秋の昇温期に太陽光によって表層水が温められることで密度が低下し、冷たく密度が高い底層水と混合しない状態となる(成層状態)。
- ・底層では、沈降したプランクトンや有機物の分解時に酸素が消費されるが、密度差による成層(密度成層)が発達すると、表層から酸素が供給されず、底層水の貧酸素化が進むものである。(図-1)

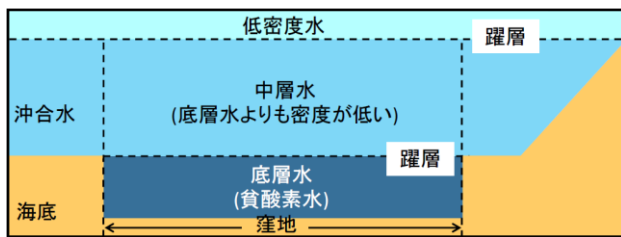


図-1 底層水の貧酸素化

窪地内の貧酸素化の対策としては、空気を底層に送り込み、酸素を供給することで貧酸素化を防止する曝気装置や、窪地を埋め戻す覆砂などの手法がある。しかし、窪地の埋め戻しは、事業を進めるのに多大な時間と費用がかかることや、船舶航行に支障を来すといった問題がある。また、曝気による改善は、閉鎖性水域であるダム湖では実用化しているものの、開放的な海域で実用化し

ている例はない。

このような背景を踏まえ、窪地の貧酸素対策を実用的に実施できる技術として、堺泉北港堺浜にて海水循環技術の現地実証実験を行う。海水循環技術とは、淡水もしくは低塩分で低密度の表層水を窪地の底層に放流し、低密度水が密度差により浮上する力を利用して循環流を発生させ、窪地の貧酸素化を防ぐ技術である。そのメカニズムは、①表層水や下水処理水といった高温・低塩分の密度が軽い水を窪地内へ導水し、②浮力と連行で窪地内の冷たく密度の重い水塊の解消を促進し、③同時に起こる鉛直循環流によって、外部の海水(沖合水)を水平方向に引き込むことで、窪地水と直上水との海水交換を促進し、窪地内の貧酸素水塊を低減する。

海水循環技術のメカニズムについて図-2、図-3に示す。

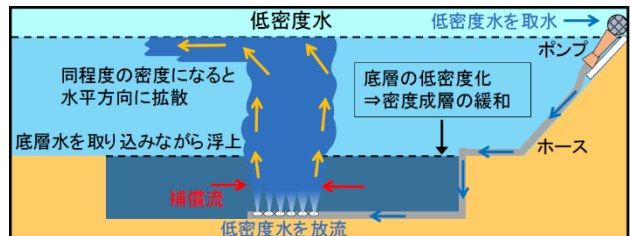


図-2 密度成層が緩和するメカニズム

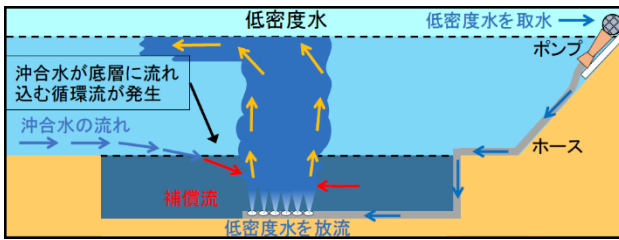


図-3 沖合水が底層へ流入するメカニズム

2. 海水循環技術の利点及び留意点について

本技術（海水循環技術）及びその他の貧酸素対策手法について表-1に示す。

表-1 貧酸素対策の手法

技術名	特徴	イメージ図
本技術	低密度水を高密度な底層水中に放流することで発生する浮力と連行の効果により、密度成層を緩和させ、底層の貧酸素化を防止する。	
曝気装置	底層に空気を直接供給することで、底層の貧酸素化を防止する。	
覆砂	土砂等を使用して、貧酸素水塊が発生しやすい窪地地形を修復することで、底層の貧酸素化を防止する。	
底層取水型循環装置	高密度な底層水を表層に放流することで、底層の貧酸素化を解消する。	

本技術（海水循環技術）の利点としては、①曝気装置と比較して非常に小さな電力で導水量を確保することができる。

- ・曝気装置：送気量＝約107 m³/日/kW
 - ・本技術（海水循環技術）：導水量＝約5,500 m³/日/kW
- 曝気装置の送気量と比較すると、約50倍の導水量を確保することが可能である。

※堺浜での実証実験時の消費電力は2.2kW(導水量12,000m³/日)

②覆砂による貧酸素水塊の解消に比べて、費用が安価である。

③連行の効果により、導水量以上の循環流を発生させることができ、広範囲に改善効果が現れる。

- ・曝気装置の場合：水平方向の循環流が発生しないため、

効果は放流口周辺に限られる。

・底層取水型循環装置の場合：高密度の底層水を表層に放流すると、その大部分は底層まで沈降するため、いわゆるショートサーキットとなってしまう、効果は放流口周辺に限られる。

・本技術（海水循環技術）の場合：淡水または低密度の表層水を底層に放流すると、表層水は周辺の底層水を連行しつつ上昇し、同程度の密度の層に到達すると周辺海域へ拡散されるため、広い範囲の海水を引き込むことが可能である。

④装置稼働終了後においても水質改善効果が残存する。堺浜における現地実証実験において、装置稼働終了後も密度成層の緩和効果が持続し、貧酸素水塊の解消が早まったことが確認された。

海水循環技術における水質改善効果の発現が期待出来る海域には特性があり（表-2）、条件に沿って本技術を適用することで、より効果を得られると考えられる。また、本技術の導入する際の留意点として、周辺海域への影響及びその対策について表-3に示す。

表-2 本技術による水質改善効果が期待できる海域の特性

海域の特性
①導入海域の周辺に導水可能な淡水が存在している。あるいは、表層水の塩分濃度が低い。 (∵密度差による浮上・連行を発生させるため)
②導入海域の地形が窪地状である。 (∵底層水の停滞性が強く表層水と底層水の密度差が大きい)
③周辺海域下層（引き込む水）のDO濃度が高い。 (∵底層へ供給できるDO濃度が高くなる)
④対象となる海域の閉鎖性が強い。 (∵循環流を発生させることにより底層水の滞留時間を短縮できる。)
【備考】 ・(1)を満たしていない場合は適用できない。 ・(1)を満たしていても、(2)~(4)を全て満たしていない場合、効果発現が難しい。

表-3 本技術の導入による周辺海域への影響

影響	対策
●底層水と中層水間の密度成層が緩和することで、窪地中層も貧酸素化し、貧酸素水塊厚が拡大してしまう可能性がある。	●シミュレーションを用いた予測計算により確認 ●付着生物の生息水深を確認し、貧酸素水塊拡大による影響の有無を確認
●淡水を放流する場合、表層水よりも密度が軽いため、底層の栄養塩類や還元物質が表層まで巻き上がる可能性がある。	●放流水が急激に浮上しないように放流方法を調整(ただし、浮力が弱すぎると貧酸素水塊厚が拡大する)
●導入海域内に浮泥が存在している場合、海底面直上で放流すると、浮泥が巻き上がる可能性がある。	●事前調査において浮泥厚を確認し、浮泥より上で放水する
●下水処理場などの処理水を利用する場合、処理水の水質や滞留時間によっては対象海域の水質が悪化する可能性がある。	●資料収集等により処理水の水質状況を事前に把握し、対象海域に放流しても問題ないことを確認

3. 実証実験について

現地実証実験は堺泉北港堺浜（図-4）にて、2015年から2017年の3カ年実施した。堺泉北港堺浜は、水域内（対象海域1.5×0.5km）が深い窪地形状となっており、冬に形成された冷たく重い水塊が、密度成層ができる春

から秋にかけて底層に滞留し続け、毎年、長期間貧酸素化している。一級河川大和川の河口に位置するため、水域内の表層水が大和川の影響で低塩分となっており、表層水を低密度水として利用できる環境である。

各年度の調査概要については表-4、表-5、調査区分の主な役割については表-6に示す。

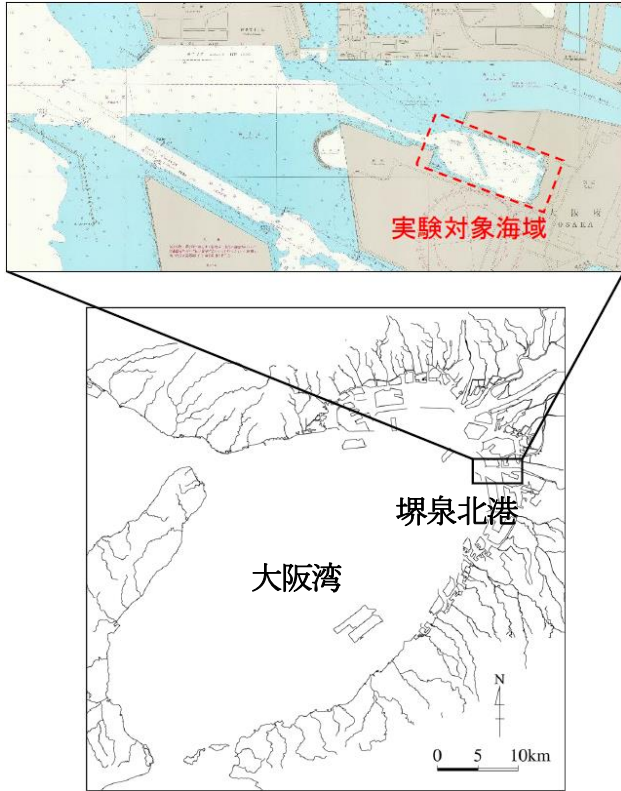


図-4 調査場所

表-4 各年度の調査概要①

調査区分	調査項目	調査地点数
連続調査	水温、塩分	1点
水質調査①	水温、塩分、濁度、DO、クロロフィル蛍光強度、pH	18点 (pHのみ1点)
水質調査②	COD、T-N、NO ₂ -N、NO ₃ -N、NH ₄ -N、T-P、PO ₄ -P、Chl.a 硫化物	4点
プルーム調査	水温、塩分	1点

表-5 各年度の調査概要②

調査年	調査目的	装置稼働時期	導水量
2015年	効果検証のため事前モニタリング調査 効果検証のため事前モニタリング調査	非稼働	-
2016年	装置稼働による水質改善効果の確認	7月～9月	約 12,000m ³ /日
2017年	装置稼働による 水質改善効果の確認 水質改善効果の確認	5月～7月	約 12,000m ³ /日

表-6 現地環境調査毎の主な役割

調査区分	主な役割
プルーム調査	装置の稼働開始時において、低密度水が窪地内に導水されて、窪地内の冷水を連行して中層へ浮上していることを確認する。また、浮上水塊が表層付近まで浮上していないことを確認する。
連続調査	調査期間中の窪地内の密度(水温・塩分)を連続計測し、装置非稼働時(平成27年度の事前調査時)との比較を行うことで、低密度水の導水によって窪地内の冷たく重い溜まり水の解消が促進される効果を検証する。
水質調査①	調査期間中の密度とDOの空間分布を計測し、装置非稼働時(平成27年度の事前調査時)との比較を行うことで、低密度水の導水で窪地内の冷たく重い溜まり水の解消が促進される効果と、窪地内の無酸素水塊の存在期間の短縮効果を検証する。
水質調査②	低密度水の導水期間中において窒素・リン・硫化物濃度等を採水分析し、窪地内の高濃度の窒素・リンや硫化物が表層付近に浮上していないことを検証する。

4. 本技術の効果について

これまでの実証実験より、本技術の効果を確認する。例として水温の図を用いる。

<鉛直縦断分布の比較>

・図-5の2017年の7月上旬をみると実験装置を稼働していない年に比べて、窪地底層水と水深10mとの水温差が小さくなっており水温成層が緩和されていた。図-6の通り、2016年の9月上旬の調査においても、2015年の同時期と比較すると同様の傾向がみられた。(密度成層の緩和)

・図-7の2016年及び2017年の10月下旬の調査では、窪地内の水温成層が解消していた。2016年ではSt. 11(窪地内最深点)付近では水温成層が残っていたが、2017年では、St. 11付近も含めて水温成層が解消された。(貧酸素水塊の解消)

<連続観測結果の比較>

図-8に水深10m以深の水温変化を示す。

・2016年の調査結果では、8月6日に放流口位置を下げた頃から、底上2m、1mでの昇温が大きくみられた。放流口を下げたことにより、底層に導入した低密度水による窪地内冷水の連行・浮上が大きく生じるようになったことによるものだと考えられる。

・2017年の調査結果では、装置稼働直後から窪地水の昇温が大きくなり、鉛直方向の水温差が2015年と比べて小さくなった。装置撤去後の底上2m、1mでの昇温が小さくなったことから、窪地水の昇温の変化は、底層に導入した上層水が窪地水を連行・浮上したことによるものと考えられる。

・水温の鉛直混合に着目すると、2016年では、10月中旬から鉛直混合が起り始め、10月21日には鉛直的にほぼ均一化し、水温が24℃程度となった。一方、2017年では、9月上旬に鉛直混合が起り始め、10月24日には水温が鉛直的にほぼ均一化し、水温が23℃程度となった。

<St. 11(窪地最深点)の鉛直水温比較>

図-9にSt. 11(窪地最深箇所)における水温の鉛直プロファイルを示す。

・春季(2015年6月2日、2017年6月1日)をみると、2017年は、実験装置の稼働により、2015年に比べて水温差が小

さく水温成層が発達しなかった。

・夏季(2015年8月1日, 2016年8月2日, 2017年7月31日)をみると, 2016年は, 放流位置を下げる前であったため, 実験装置による効果が確認されず水温成層が発達していたが, 2017年は, 実験装置の稼働により, 2015年及び2016年に比べると水温差が小さく, 水温成層が発達しなかった。

・秋季(2015年9月4日, 2016年9月28日, 2017年9月4日)をみると, 2016年は装置稼働により水温成層が緩和されているが, 2017年では, 昇温期の途中で装置を止めたため, 水温差が大きくなり水温成層が発達した。

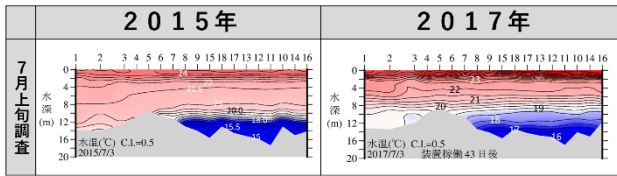


図-5 水温鉛直縦断分布図(7月上旬)

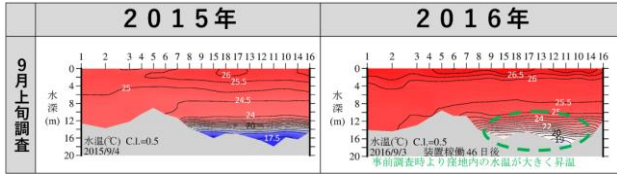


図-6 水温鉛直縦断分布図(9月上旬)

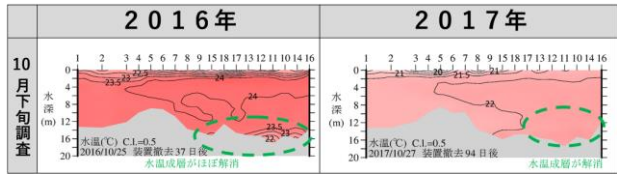


図-7 水温鉛直縦断分布図(10月下旬)

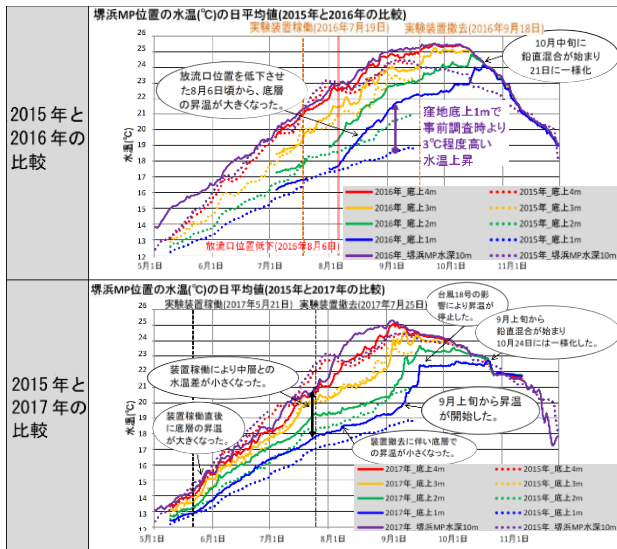
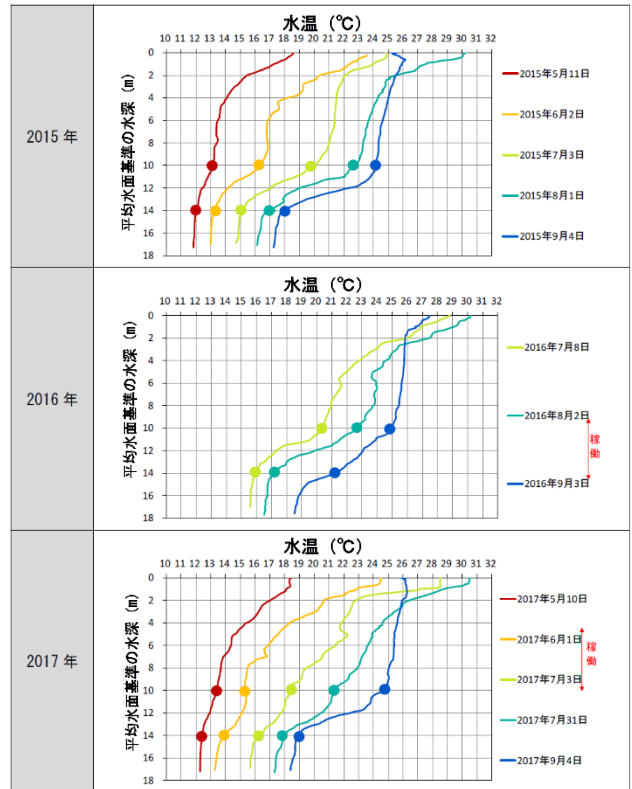


図-8 水深10m以深の水温変化



●はそれぞれ湾口最深部水深(水深10m)と放流水深(水深14m)を示している。

図-9 St. 11(窪地最深箇所)における水温の鉛直プロフィール

本技術の導入によって水循環技術の導入により期待できる水質改善効果は表-7に, 水質改善効果の波及フローは図-10に示すとおりである。

表-7 本技術により期待できる水質改善効果

期待できる水質改善効果	水質改善効果により引き起こされる現象
(1)密度成層の緩和	●貧酸素水塊の解消 (∵底層水と沖合水の密度差が解消されることで底層まで沖合水が流入し酸素を供給できるため)
(2)貧酸素水塊の解消	●底生生物の生育 ●底質からの硫化物・栄養塩等の溶出を抑制 ●青潮の発生防止
(3)底質由来の還元物質・栄養塩等の溶出の抑制	●有機汚濁の抑制 (∵底質由来の栄養塩等を利用した一次生産量が低下し、沈降・堆積する有機物量が減少するため) ●底質環境の改善
(4)青潮の発生防止	●親水性の向上 (∵貧酸素水塊に多く含まれている硫化水素が表層まで到達しなくなるため) ●生物への影響の防止
(5)栄養塩の中層拡散	●沖合への栄養塩の供給 (∵中層は有光層ではないため、一次生産により栄養塩が消費されることがないため)

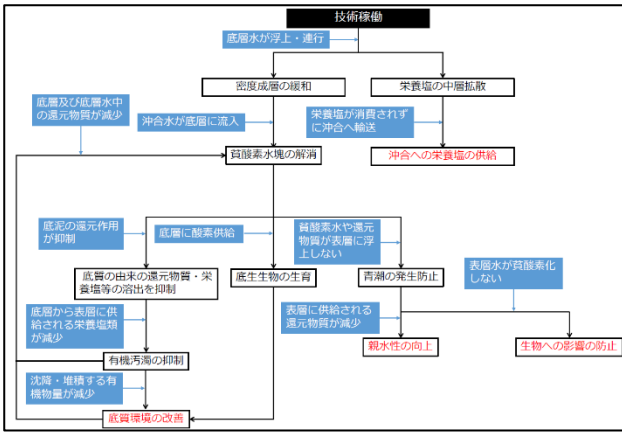


図-10 本技術による水質改善効果の波及フロー

5. おわりに

循環流の稼働力を強めるため、水温差のみではなく塩分差を用いた今回の実証実験では、消費電力2.2kw（導水量12,000m³）と小さいながら、周辺海域から高DO水を引き込むことで、導水量以上の循環流を発生させることになり、広範囲で密度成層の緩和や貧酸素水塊の低減等といった水質改善効果が現れることが確認された。本技術の効果が期待できる海域の特性に合わせて活用することにより、費用面でも優れたコストパフォーマンスを発揮することから、大阪湾全体における水質改善事業を効果的・効率的に進める際の1つの技術として活用し、水質環境改善に寄与していきたい。

参考文献：

春山 哲彦（2017年）「海水循環技術と現地実験について」

巻末：

今回の論文は、従前の所属先(神戸港湾技術調査事務所)における所掌内容を課題として、報告したものである。

建築、土木、機械設計の連携による景観・環境を両立した設計への挑戦について

中安 真也¹・竹内 和輝²

¹近畿地方整備局 琵琶湖河川事務所 工務課 (〒520-2279 滋賀県大津市黒津4-5-1)

²近畿地方整備局 兵庫国道事務所 工務第2課 (〒650-0042兵庫県神戸市中央区波止場町3-11)

天ヶ瀬ダム再開発事業において、ゲート室地上部に設置する空気管より放流時に発生する水の音を低減し環境に配慮する設計の見直しを行った。また、天ヶ瀬ダムのある宇治市は観光客が多数訪れる場所であるため、景観への配慮も併せて行った。

本報告は、建築、土木、機械設計の連携により設計見直しの課題を解決した事例について紹介する。

キーワード ダム、空気管、景観、騒音、上屋

1. はじめに

天ヶ瀬ダムは、京都府宇治市に位置し、一級河川・淀川本川中流部、通称宇治川と呼ばれる流域に建設されたダムである。戦後まもなく、淀川の洪水防御と水道用水（京都府）の安定供給、近畿地方の電力需要に対処するため計画され、昭和40年より管理を開始し現在に至っている。



図-2 (天ヶ瀬ダムの下流からの風景)



図-1 (天ヶ瀬ダムの位置)

項目	諸元
型式	ドーム式アーチ型コンクリートダム
堤高	73.00m
堤頂標高	EL 82.0m
堤頂長	254.0m
堤頂幅	4.0m
堤敷幅	14.0m
基礎地盤標高	EL 9.0m
堤体積	164,000m ³
地質	砂岩主体層一部粘板岩

図-3 (天ヶ瀬ダムの諸元)

現在では、アーチダムという景観的なインパクトや京都、大阪などの大都市域に近いこともあり、年間を通じて多くの観光客が訪れ、地域にとって貴重な観光資源にもなっている。

天ヶ瀬ダム再開発事業は、水道用水（京都府）の安定供給、発電（株）関西電力）の能力増強、宇治川・淀川の洪水調節を目的として、現在のダムの放流能力である毎秒 900 立方メートルから毎秒 600 立方メートル増強し、毎秒 1500 立方メートルとするため、ダムの左岸側に全長 617 メートルのトンネル式放流設備を建設する事業である。

貯水位	計画法流量(m3/s) ※琵琶湖後期放流時		
	全体	アーチダム	トンネル
洪水期制限水位 EL72.0m	1,500	900	600
発電最低水位 EL67.1m	1,500	806	694
最低水位 EL58.0m	1,140	600	540

図- 4 (再開発の諸元)

平成元年（1989年）に建設事業に着手し、平成 25 年（2013 年）6 月に本体工事の起工式を行い本格的に着手し、現在、最盛期を迎えている。

トンネル式放流設備は、流入部、導流部、ゲート室部、減勢池部、吐口部で構成されており、放流量のコントロールはゲート室部に設置する主ゲートで行う事となる。



図- 5 (再開発の配置図)

2. 検討の経緯

今回は、放流設備のうちゲート室部について検討を行った。

ダム用ゲートには、ゲート下流側の負圧を低減し、放流水をスムーズに流すため、地上部より空気を供給する空気管を設ける。ダムゲートから流出する高速水流はゲート大量の空気を連行するので、ゲート下流側に大気から十分に空気給気が行われない場合、空気管を設置することとなる。

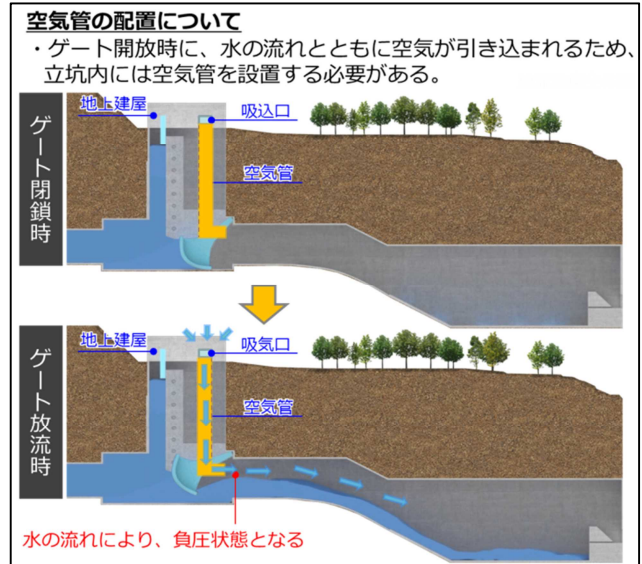


図- 6 (空気管の配置)

本事業の空気管は、地上より立坑を通じて地下にあるゲート横まで設置しており、その内空断面積は、ダム堰技術基準の風速 35m/s 以下とするべく、キャンベルガイトンの式より導き、約 4 m²（縦 2m×横 2m）の内空断面積となっている。

地上の空気吸込口の施工は、観光都市である宇治市で実施することから、景観との調和を考慮し、上屋建築の内側に配置し、すっきりした構造で計画していた。



図- 7 (計画当初のゲート室)

3. 課題

一般的に音は物質を振動させて伝搬する。空気は、非常に軽く振動しやすいので、音を伝えやすい性質がある。上屋建築の詳細設計において関係法令を確認する際に、放流時に発生する水叩音が空気の管を伝搬することから、近隣への影響を確認することとなった。

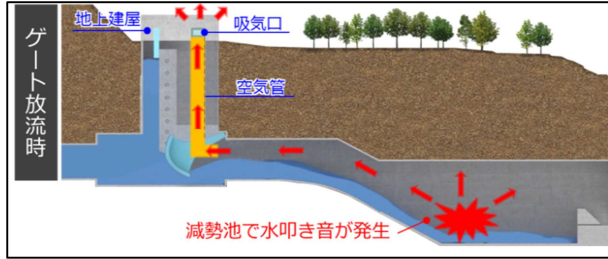


図- 8 (水叩音の伝搬)

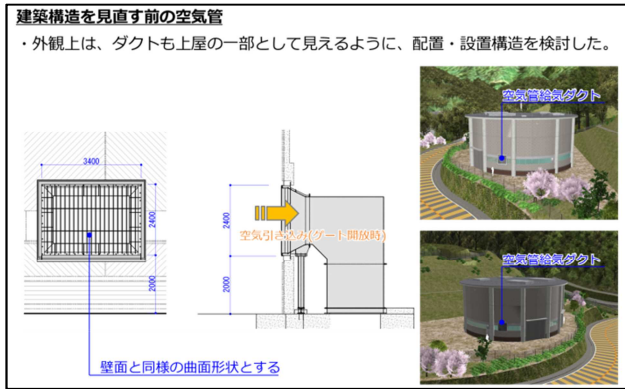


図- 9 (当初の空気管の配置)

本地域は、環境基本法に定める地域指定されておらず、水叩音は騒音規制法の対象とならないが、民政安定上、居住地域 (B 地域) の環境基準値を目安とすることとした。

騒音値はシミュレーション解析した結果、ゲート室部の敷地境界である道路境界では 95 デシベル、最寄りの民地では 78.4 デシベルとなった。

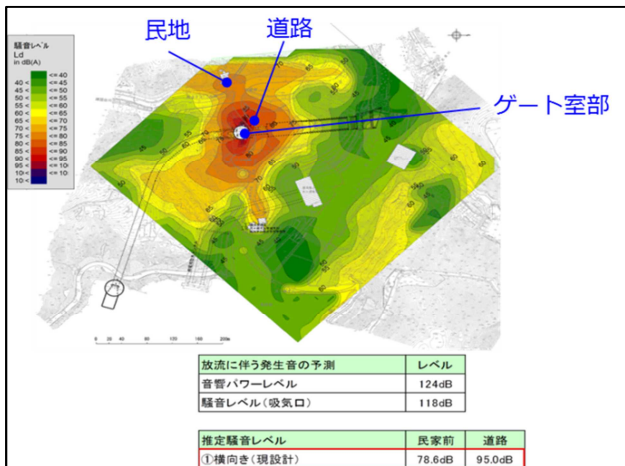


図- 10 (騒音のシミュレーション)

シミュレーションの結果が夜間の基準値の 65 デシベルを大幅に上回っており、晴天時の放流も想定されることから騒音低減の対策が必要となった。

その際、当該地域は琵琶湖国定公園指定されており、東側は官地で新たに開発予定がないため、対象を西側にある最寄りの民地境界とすることとした。

そこで、以下の条件で環境基準を下回る構造の検討を行った。

- ・民地において、夜間騒音の基準値を満足する対策を行う。
- ・建築施設をより控えめな大きとし、ゲート室部のテーマである「里山との調和」に合致した構造とする。
- ・ダム施設の重要性を見学者に説明しやすい構造とする。
- ・流入部との統一感を保つ構造とする。

トンネル式放流設備の景観設計：建屋・構造物
景観整備コンセプト

◆放流設備の基本方針

- 放流設備全体のコンセプト
 - 鳳凰湖(流入部)と里山(ゲート室部)と峡谷(吐口部)との調和
 - ※ 豊かな自然景観を主役に据え、存在感を控える
 - ※ 同じ放流設備としての関連性に留意する
- 流入部
 - 鳳凰湖との調和 → 水面や空を背景とした湖畔の独立建築物にふさわしいデザイン
- ゲート室部
 - 里山との調和 → 里山の緑の中に控えて立つデザイン
- 吐口部
 - 峡谷との調和 → 露岩・護岸や道路と馴染むデザイン
放流口の構造物としてまとまり感のあるデザイン

図- 11 (景観整備のコンセプト)

4. 対策

環境基準の対策について概略検討した結果、空気管の吸気口を東向きとし、上屋の背面(山側)に空気管の吸気口を配置することで、騒音値を満足したため空気管の位置を山側とすることとした。

建築施設は、機械設備で屋内に配置が必要なものと、そうでないものを整理するとともに、見学する人とな

構造比較

比較する構造	構造見直しによる対策 空気管の吸込み位置を変更			材料変更による対策		
	現状	山側	屋上	サイレンサー(吸音材)の設置	透光性遮音板の設置	樹木の設置
騒音の低減	×	○	×	△	×	△
民地での値(dB)	78	64	72	解析不能	72	解析不能
景観への影響	○	○	○	○	×	○
		屋内のため	上屋の背面で目隠し可能	パラペットで目隠し可能	空気管内部に設置	屋外設置のため自然林を植樹のため
維持管理性	-	-	-	×	×	-
				ゴミによる厚さ吸音材の劣化	紫外線劣化	
総合評価	×	○	×	×	×	△

図- 12 (騒音対策の比較)

い人への見せ方も整理を行った。

対象	見る方法	見せるポイント
見学する人	敷地内を徒歩にてじっくり見る (watch)	ダム施設の構造
見学しない人	自動車やサイクリングで通過時に風景として見る (view)	里山との調和

図-13 1(景観の整理)

整理の仕方について、道路側の構造を「里山との調和」とし、山側の構造を「ダム構造の見せやすさ」とすることを有識者協議したところ、景観設計で一定の評価を得られた。これにより空気管を屋内に配置する必要がなくなり、ダムのセキュリティ確保とゲート設備を雨風から防ぐ機能、ゲート設備のメンテナンス機能を確保しつつ、里山との調和のため最小サイズへ減築設計が可能となった。

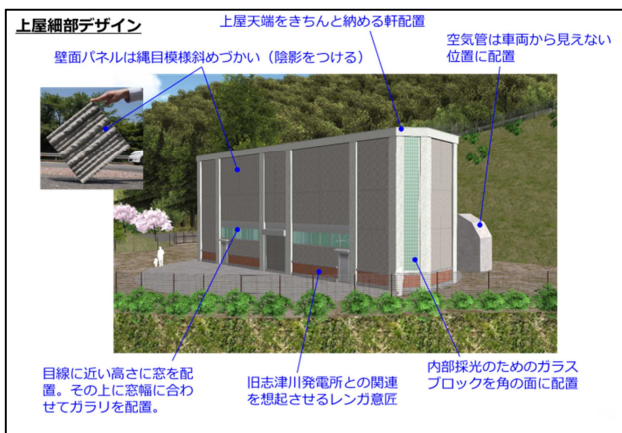


図-14 (道路側の景観)

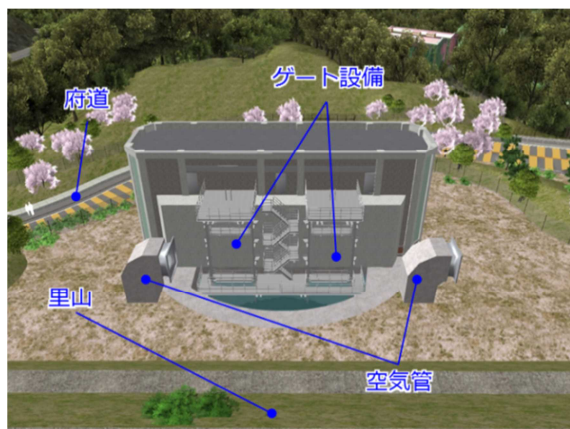


図-15 (山側の景観)

また、機械設備については、地下のゲート設備のメンテナンスハッチを防水化し、減築設計をに対応したことで、機器の搬出をしやすくなる構造となった。

土木設備については、建築の構造変更や空気管の地下構造の変更により鉄筋配置の変更を行うことで大幅な形状変更を回避することができた。

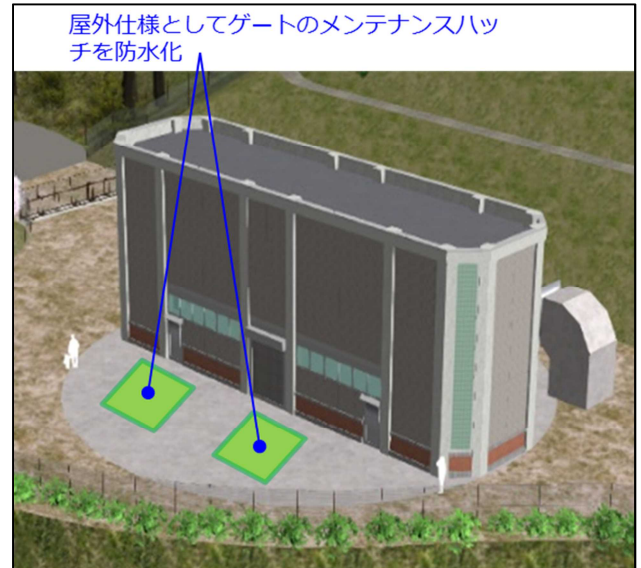


図-16 (機械設備の防水化)

5. 終わりに

今回の構造見直しでは、土木、機械、建築の担当者同士で数え切れないほどのブレーストーミングを行った。時間と場所の節約のため、終盤の打ち合わせは低い書棚をテーブルにして、スタンディングミーティングを行った。その結果により短期間で課題解決にたどり着くことができた。

この報告が、課題解決手法の1事例として他の事業担当者に伝われば幸いである。

謝辞：景観設計においては富山大学の久保田教授に多大な助言をいただいたことに、この場を借りてお礼を申し上げます。

関西空港における刈草の 土壌・堆肥化試験について

神田 沙英

関西エアポート株式会社 基盤技術部 関空基本施設グループ
(〒549-8501大阪府泉佐野市泉州空港北1番地)

従来より、関西国際空港では500～700t/年の刈草を島内のクリーンセンターで焼却処分を行っている。近年、廃棄物量および廃棄コストの削減、リサイクル促進による廃棄処分量の減少を図ることは急務であるため、2018年より刈草の有効活用を目的とした刈草の土壌・堆肥化の現地試験を実施している。試験を進めるうえで、関西国際空港の刈草に含有される特定外来生物のナルトサワギクへの対応に苦慮しており、様々な工夫を要することが判明した。本報告は、2018年より実施中の刈草の堆肥化試験およびナルトサワギクの種子発芽試験結果と今後の取り組みについて報告を行うものである。

キーワード 堆肥・土壌化, 環境, 特定外来生物

1. はじめに

関西国際空港では、空港の維持管理業務として年1回空港全体の草刈りを実施しており、2018年度実績で発生した刈草は約772tであった。これは、2018年度島内で発生した可燃ごみ全体量の約10%に当たる。従来より関西国際空港では、草刈りで発生した刈草は島内のクリーンセンターにて焼却処分されていたが、廃棄物量および廃棄コストの削減、リサイクル促進による廃棄処分量の減少の観点から、2018年度より試験的に刈草の堆肥化を行っている。本試験のフローを図-1に示す。2018、2019年度の2年間、刈草を用いた堆肥の製作を行い、2019年度からはできた堆肥の島内利用、そして島外への肥料提供に向けて、具体的な方法やそれらを実現するために必要な事項を検討するとしている。

空港の維持管理業務で発生した刈草の堆肥化については、大阪国際空港にて2012年から取り組んでおり、農林水産省より肥料生産者としての登録やできた肥料の空港内利用、空港外への肥料提供を行った実績がある。関西国際空港では、大阪国際空港での実績を参考に試験的に刈草の堆肥化に取り組んでいるが、大阪国際空港と関西国際空港での刈草の性質の違うため、試行錯誤しながら試験を進めている。特に関西国際空港の刈草には、特定外来生物に指定されているナルトサワギクが混入している。そのため、品質の良い堆肥ができたとしても島外へ持ち出せないといった課題があり、堆肥の島外提供を考えるうえで解決しないといけない事項である。以上を

踏まえて、本論文では2018年度製作した堆肥製作、できた堆肥の成分調査、堆肥の島外提供に向けた堆肥の発酵にナルトサワギクの駆除について述べ、2019年度以降の取り組み方針を述べる。

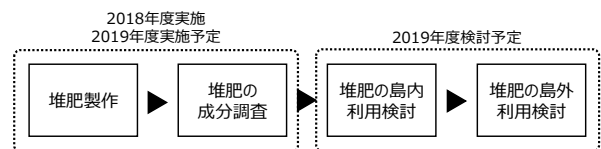


図-1 刈草の堆肥化試験のフロー

2. 堆肥製作

2018年度に関西国際空港島内で発生した刈草を利用し、材料の配合量を変えた2パターンの堆肥を製作した。以下に堆肥の製作方法を述べる。

(1)堆肥の製作方法

材料準備、仕込みは2018年4月から7月の3か月間行った。ロール状に梱包された状態の刈草を、裁断機及びバックホウを用いて、刈草の長さが3cmほどになるよう裁断する。裁断した刈草1m³毎に、条件的嫌気性発酵を促進するための汚泥発酵肥料、土壌のpHを調整する苦土石灰、水を散布しながら攪拌する。攪拌したものは、高さが約2mの山になるように成形し、そして、外気との接触を断ち、発酵を促進させるためにブルーシートとブラックシートで2重に包んだ。本試験では、汚泥発酵肥

料の配合量を変えたA及びBパターンの堆肥を製作した。表-1にA及びBパターンの材料配合量を示す。Aタイプは汚泥発酵肥料の配合割合がメーカー推奨の1/2、Bタイプはメーカー推奨の配合である。そして、2018年7月から2019年3月まで発酵期間とした。発酵期間中は、繰り返し作業及び、散水作業を行うことで堆肥中の水分量の管理を行った。堆肥製作の様子を写真-1に示す。

表-1 材料配合量¹⁾

材料	Aタイプ	Bタイプ
刈草	20 m3	20 m3
汚泥発酵肥料	400 kg	800 kg
苦土石灰	80 kg	80 kg

1)メーカー推奨量は刈草1m3あたり40kg

3. 堆肥の成分調査

9か月間発酵させたBタイプの堆肥について、検査機関に肥料取締法に従った刈草の原料及び堆肥の有害成分含有試験、肥料効果等試験、植害試験を依頼し品質の確認を行った。以下に検査方法と結果について述べる。

(1) 刈草原料の有害成分含有試験

肥料取締法に基づく普通肥料(汚泥肥料等)の制限事項として、原料が重金属等を含む産業廃棄物に係る判定基準(総理府令第5号別表第1)に適合するものとし、刈草に含まれるカドミウム、水銀、ヒ素、鉛、六価クロム化合物について分析を行った。その結果を表-2に示す。表より、すべての項目において基準値を下回っていることから、本試験で製作した堆肥には、基準を満たす適合した原料を使用していることが示された。

(2) 堆肥の有害成分含有試験

肥料取締法に基づく普通肥料(汚泥肥料等)の公定規格に定める6成分であるヒ素、カドミウム、水銀、ニッケル、クロム、鉛が製作した堆肥に含まれているか分析し、その結果を汚泥発酵肥料取締法で定める基準値と比較した。その結果を表-3に示す。表より、すべての項目において基準値を下回っていることが示された。

(3) 肥料効果等試験

本試験で製作した堆肥の成分を明らかにするため、肥料効果等試験を実施した。肥料分析法を用いて堆肥中のpH、含水比、全リン、全窒素、カリウム、酸化マグネシウム、石灰分、C/N(炭素率)を分析し、伊丹空港2号の成分検査の結果と比較した。伊丹空港2号は、「刈草20m3、汚泥発酵肥料400kg、苦土石灰80kgの配合、発酵期間6カ月」の条件で製作された堆肥である。肥料効果等試験の結果を表-4に示す。表より、pH、含水率、C/Nについては伊丹空港2号と大きな差はない。植物の栄養分となる肥効成分について、本試験で作成した堆肥の全リン、全窒素、カリウム、酸化マグネシウム、石灰分の含有量は伊丹空港2号と比較し同等、または多く含まれていることがわかった。

(4) 肥料の植害試験

肥料取締法に基づき、肥料の植害試験を行った。植害試験とは、肥料や土壌等に含まれる重金属等の有害性を、



写真-1 堆肥製作の様子

表-2 刈草原料の有害成分含有試験結果

項目	刈草の分析結果【mg/L】	参考基準値 ¹⁾ 【mg/L】
カドミウム又はその化合物	<0.001	0.3以下
水銀又はその化合物	<0.0005	0.005以下
ヒ素又はその化合物	<0.005	0.3以下
鉛またはその化合物	0.011	0.3以下
六価クロム化合物	<0.02	1.5以下

1) 金属等を含む産業廃棄物に係る判定基準を定める総理府令；別表第1

表-3 堆肥の有害成分含有試験結果

項目	堆肥の分析結果【%】	参考基準値 ¹⁾ 【%】
カドミウム	0.00008	0.0005
総水銀	0.00002	0.0002
ヒ素	0.00023	0.005
鉛	0.00086	0.01
クロム	0.0029	0.05
ニッケル	0.0013	0.03

1) 汚泥発酵肥料取締法で定める基準値

表-4 肥料効果等試験結果

項目	単位	堆肥の分析結果	参考伊丹空港2号	
pH	—	7.5	7.1	
含水率	%	67.9	69.1	
肥効成分	全リン	%	2.1	2.1
	全窒素	%	0.93	0.61
	カリウム	%	0.79	0.80
	酸化マグネシウム	%	1.7	1.3
	石灰分	%	5.7	3.9
腐熟度	C/N	—	11.8	12.2

植物の生育状況を観察することにより総合的に判断するものである。含有成分が不明な土壌や、新たに生成された堆肥等の安全性、堆肥の腐熟度合いを確認できる⁴⁾。表-5に試験概要を、写真-2に植害試験の結果を示す。写真より、実験開始から21日目にかけて供試肥料（本試験で製作した堆肥）と対照肥料のコマツナの生育状況は、同等と見なせる。また、供試肥料と標準区を比較した際標準区より供試肥料のコマツナの生育状況が良いことから、本堆肥は肥料として植物への有害性はないことがわかった。

(5)堆肥の成分調査についての考察

(1)、(2)、(4)より、本試験で製作した堆肥は、生育する植物に対して害になるような成分は基準値以下であり、実際に植物に使用した際、既存の肥料と同等の効果を示した。(3)について、伊丹空港2号の肥効成分と比較したが、全ての項目は同等、もしくは高い数値を示した。しかし、ここで留意しないといけないのは、伊丹空港2号とBタイプの堆肥は、材料配合や発酵期間が違うことである。伊丹空港2号で使用している汚泥発酵肥料の量は、Bタイプの半分であり、発酵期間も2カ月少ない。以上のことから、汚泥発酵肥料の減量や発酵期間を短縮しても、肥効成分を有した堆肥ができることが考えられる。伊丹空港の草は比較的柔らかいのにに対し、関西国際空港の草質は硬いといった草質の違いがあるため、それを考慮した最適な方法で製作する必要はあるが、労務費、材料費のコストの面からも、今後、刈草の堆肥化を進めていく上で、製作方法を検討していく必要があると考える。

4. 堆肥の発酵によるナルトサワギクの駆除

前述したように、関西国際空港で発生する刈草には、特定外来生物に指定されているナルトサワギクが混入している。ナルトサワギク（学名：Senecio madagascariensis）は、キク科の植物で高さは0.3~0.7m程度、温帯~暖帯に分布し、海辺の埋立地、空地、路傍、河川などに生育している。1976年に徳島県鳴門市で発見され、1986年には兵庫県淡路島で確認された⁵⁾。関西国際空港は海上空港であるが、埋立て時にナルトサワギクが混入した可能性が考えられる。ナルトサワギクは、強い繁殖力であるため、現在島内全域に植生している現状である。図-1に示すように、本試験では堆肥の島外提供を考えているが、特定外来生物であるナルトサワギクを含んでいるため島外へ持ち出せないのが課題である。本試験では、「ナルトサワギクの種子が堆肥の発酵期間中に発生する熱で死滅する」との仮説をたて、これを実証するために種子発芽能力確認実験を行った。実験期間を表-6に示す。堆肥の発酵期間中の2019年1月21日から、発酵期間終了の3月26日まで、ナルトサワギクの種子を堆肥中に設置した。その後設置した種子を取出し、発芽実験を行った。

表-5 試験概要

方法	植物に対する害に関する栽培試験の方法 (59 農畜第 1943 号通達) に準じる
供試肥料	本試験で製作した堆肥
対照肥料	供試肥料と原料、生産工程、保証成分量等が類似するもの
標準区	肥料等を施用しないケース
供試土壌	洪積土、沖積土
供試作物	コマツナ



写真-2 肥料の植害試験の結果

表-6 種子発芽能力実験期間

	1月			2月			3月			4月			5月			
	10	20	末	10	20	末	10	20	末	10	20	末	10	20	末	
発酵期間 (2018年7月~)																
種子発芽能力 確認実験	発酵期間中															
	対照実験															
	発芽実験															

(1)実験方法

種子発芽能力確認実験に用いた道具を表-7に示す。

(a)発酵期間中の堆肥への種子設置方法

2重にしたお茶パックに、関西国際空港島内で採取したナルトサワギクの種子140粒を入れ、ポールに種子を入れたお茶パックと高温測定も可能な超小型温度記録計（温度ロガー）をビニールテープで固定し、表-1のA・Bタイプのそれぞれの堆肥の山の図-2の箇所に設置する。種子は2018年11月8日に関西国際空港島内で採取したものを使用した。また、温度ロガーは3時間に1回温度を測定するよう設定した。堆肥化試験が終了するまで放置し、その後種子を取り出し発芽能力確認実験を行った。

(b)発芽能力確認実験

ろ紙をひいたシャーレに水を張り、シャーレ1個あたりに種子を20粒置いたシャーレを7個をA・Bタイプ

それぞれ準備する。それらを室内で2週間ほど放置し発芽率を求めた。実験場所は室温 26 度に設定された関西エアポート(株)の執務室内で、直射日光が当たらない所にシャーレを設置した(写真-3)。また、対照実験として堆肥にしていないナルトサワギクの種子の発芽率を、事前に上記方法・同実験場所で確認した。

(2)実験結果と考察

発芽能力確認実験の結果を表-8に示す。結果より、今回実験に用いたナルトサワギクの種子の発芽率は55%であった。そして、発芽能力確認実験の結果、Aタイプ・Bタイプ各々に入れた種子の発芽率はともに0%であった。次に堆肥の発酵期間中の温度変化の結果(図-3)に着目する。2月4日から3月16日までBタイプでは50度以上の温度を保っていたことが、Aタイプに関しては、実験期間中に3回ほど50度近くになっているがそれ以外は50度を下回っていたことがわかる。A・Bタイプの堆肥中の温度変化に共通する事項としては、2月10日から実験が終了した3月26日まで堆肥中は40度以上を保っていた点である。以上の結果から、堆肥中の温度40度以上が1.5カ月間続けば、ナルトサワギクの種子は発芽しいことが明らかになった。

5. おわりに

本論文では2018年度製作した堆肥製作方法、できた堆肥の成分調査、堆肥の島外提供に向けて、堆肥の発酵によるナルトサワギクの駆除について述べた。以下に知見をまとめる。

(1) 堆肥の成分調査について

本試験で製作した堆肥は、生育する植物に対して害になるような成分は基準値以下であり、実際に植物に使用した際、既存の肥料と同等の効果を示した。肥料効果等試験について、伊丹空港2号の肥効成分と比較したが、全ての項目において同等、もしくは高い数値を示した。今後は、労務費、材料費のコストの面から、刈草の堆肥化を進めていく上で、製作方法を検討していく必要があると考える。

(2)堆肥の発酵によるナルトサワギクの駆除

堆肥中の温度40度以上が1.5カ月間続けば、ナルトサワギクの種子は発芽しないことが明らかになった。すなわち、ナルトサワギクを含んだ堆肥であっても、以上の条件を満たすことができた堆肥であれば、島外へ持ち出すことが可能である。

2019年度以降の取り組みとしては、2018年度製作した堆肥の知見をもとに、散水作業・切り返し等の管理方法や汚泥発酵肥料等の配合の検討、堆肥の成分調査を行い、良質な堆肥の製作に取り組む。そして、できた堆肥の島内・島外利用の方法を検討する予定である。島内利用については、堆肥を空港にある緑地帯や植栽に使用で

表-7 実験で使用した道具

道具	数量	補足
種子	420粒	対照実験、A・Bタイプ各140粒
お茶パック	4枚	A・Bタイプ各2枚
2mポール	2本	A・Bタイプ各1本
温度ロガー	2個	A・Bタイプ各1個
ビニールテープ	1個	
シャーレ	21個	対照実験、A・Bタイプ各7個
ろ紙	21枚	対照実験、A・Bタイプ各7枚

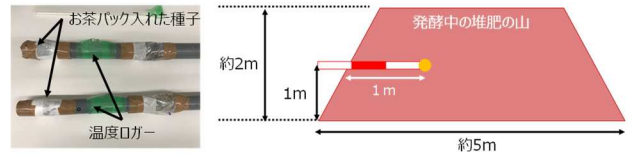


図-2 種子の設置箇所



写真-3 種子発芽確認実験の様子

表-8 種子発芽能力実験の結果

シャーレ	対照実験			Aタイプ			Bタイプ		
	種の数	発芽数	発芽率%	種の数	発芽数	発芽率%	種の数	発芽数	発芽率%
1	20	11	55	20	0	0	20	0	0
2	20	13	65	20	0	0	20	0	0
3	20	11	55	20	0	0	20	0	0
4	20	5	25	20	0	0	20	0	0
5	20	14	70	20	0	0	20	0	0
6	20	12	60	20	0	0	20	0	0
7	20	11	55	20	0	0	20	0	0
平均	140	77	55	140	0	0	140	0	0

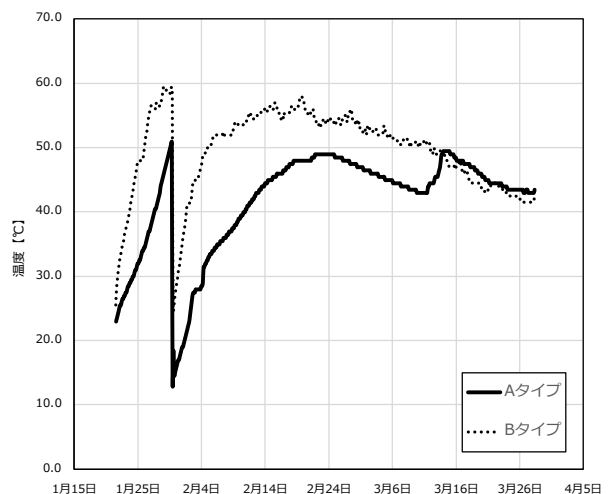


図-3 種子発芽能力実験の結果

きないか、島内にて植栽実験を実施する。また島外利用については、ナルトサワギクの種子発芽能力についてさらに調査し、堆肥の製作過程で完全にナルトサワギクの種子が駆除できることを確認する。本試験に関しては取り組み始めてからまだ日が浅く、まだまだ試行錯誤しながら進めている段階である。島内で発生する廃棄物量および廃棄コストの削減、リサイクル促進による廃棄処分量の減少という観点では、まだ大きな成果にはなっていないが、本試験を進めていく中で、大きくそれらに寄与できるよう、取り組んでいく。

参考文献

1)中部エコテック株式会社：発酵堆肥化の概要, [\[www.chueco.co.jp/inst01.files/inst01.html\]\(http://www.chueco.co.jp/inst01.files/inst01.html\), 2019年6月3日取得](http://w</p></div><div data-bbox=)

2)株式会社ティーイーエス：これで簡単！早分かり堆肥の素一番

3) 畜産環境技術研究所：堆肥生産についての基礎知識；水分の簡易測定法, http://www.chikusan-kankyo.jp/taihiss/taihi/S01/1_1_1_2b.htm, 2019年6月3日取得

4)東レテクノ株式会社：植害試験（植物に対する害に関する栽培試験）, TORAY TECHNO 技術資料No.0303

5) 環境省：日本の外来種対策；特定外来生物等一覧, https://www.naro.affrc.go.jp/org/niah/disease_poisoning/fireweed.html, 2019年5月31日取得

紀の川（吉野川）の治水整備における 植生回復手法について

木村 豪彦

奈良県 県土マネジメント部 道路建設課 (〒630-8501奈良県奈良市登大路町30)

奈良県から和歌山県北部を貫流する紀の川（吉野川）の中流域「阿田工区」（五條市内）では、概ね30年に1度の大雨に対応するための治水整備を実施している。川沿いは、露出する岩盤に砂礫草地や岩場の植生（ユキヤナギなど）が見られるほか、ススキ等の在来草本群落、河畔林などの豊かな植生と特徴的な景観を有している。これら植生は、治水整備によって大きな影響を受ける可能性があるが、早期回復に向けては、植物の生育基盤が乏しい岩盤への効果的な緑化が必要であり、技術的な課題が大きい。そこで、整備現場における、在来ユキヤナギの現地株を用いた「削岩孔植樹法」の導入による、希少な植生と景観の回復の手法について述べる。

キーワード 景観，環境，新技術

1. はじめに

1997年の河川法改正により、良好な河川環境の整備と保全が求められるようになった。特に近年は、魅力ある水辺空間と、地域特有の景観の保全と、それに向けた地域・市民との連携・協働の取り組みが重要視されるようになってきている。

奈良県から和歌山県北部を貫流する紀の川（吉野川）の中流域にある「阿田工区」（奈良県五條市内）では、伊勢湾台風と同規模の洪水に対応するための治水整備を

行っている（図-1）。また、当該地は「県立吉野川津風呂自然公園」に指定されており、整備後の自然環境の保全、再生が必要である。

そこで、本稿では、紀の川（吉野川）阿田工区の河道整備現場における、希少な植生と景観の回復手法について述べる。

2. 紀の川（吉野川）の現況

(1) 工事について

現在、「紀の川（吉野川）水系河川整備計画（2010年3月）」では、計画の対象期間を概ね30年間とし、河道整備流量は戦後最大規模の洪水（1959年9月に発生した伊勢湾台風と同降雨によってもたらされる洪水）に対応する整備が進められている。

紀の川（吉野川）の奈良県管理区間においては、前述の河川整備計画に基づき、浸水被害実績や流下能力等を考慮しながら、無堤部や狭窄部の解消を図るために、築堤工事と岩盤掘削による河道拡幅工事を進めており、「阿田工区」については、右岸側の工事を昨年度に終えたところであり、左岸側については、現在、計画中である。

(2) 植生について

本流域の河床部は岩盤が露出し、河岸下段には砂礫草地や岩場の植生、中段には河岸草地や低木林、上段



図-1 紀の川施工箇所

出典：国土地理院

には高木河岸林が現存し、「紀の川らしい」景観を成している(図-2)。だが、阿田工区において過年度に工事を行ったところについては、植生が失われ、特に河道拡幅区間では、岩盤がむき出しになっている。

3. 植生回復の方針

河道整備後の植生の回復・再生に向けては、下記のような方針を設定し、「紀の川らしい」水辺の景観の早期回復を目指すこととした。

- 地域に自生する在来種を主体とする緑化を行う
- 岩盤の貴重な植生の再生を促進する
- 冠水確率の高い箇所や水衝部などリスクの高い箇所を主体に緑化を行う
- 当該地ないし周辺の自生株および種子を活用した緑化を行う
- 奈良県の希少種であるユキヤナギの早期回復をめざす



図-2 「紀の川らしい」景観

4. 植生回復方法

(1) 築堤区間(図-3)

法面の緑化による景観回復をはかる区間とし、在来種野草による景観再生を誘導するために、以下の方法を採用することとした。

- 接続ブロック覆土に成長の早いススキの藩種を行い、外来種の侵入を防止する
- 水衝部はススキ種子を混入した植生土のうを接続ブロックに固定することで、覆土の流出防止策を施す
- 裏法面の盛土部において、部分的に河畔林の再生を目指す

(2) 河道拡幅区間(図-4)

自然植生への回復を誘導する区間とし、岩盤にユキヤナギ等が植生する「紀の川らしい」景観を再生するために、以下の方法を採用することとした。

- 冠水確率が高く、植生回復のリスクが大きい箇所(1~2年で冠水する水位以下)についてユキヤナギを移植する
- それ以外の部分については、5~10年での自然な回復に期待する
- 掘込河道部において、部分的に河畔林の再生を目指す
ただし、移植にあたって、河道拡幅区間は岩盤が露出した状態であり、岩盤への緑化に際しては、岩盤表層に植物の生育基盤となる土壌がなく、ここにユキヤナギ等の木本類を植栽するためには、岩盤の浅くないところで根が直接活着する工法が必要であるという課題があった。

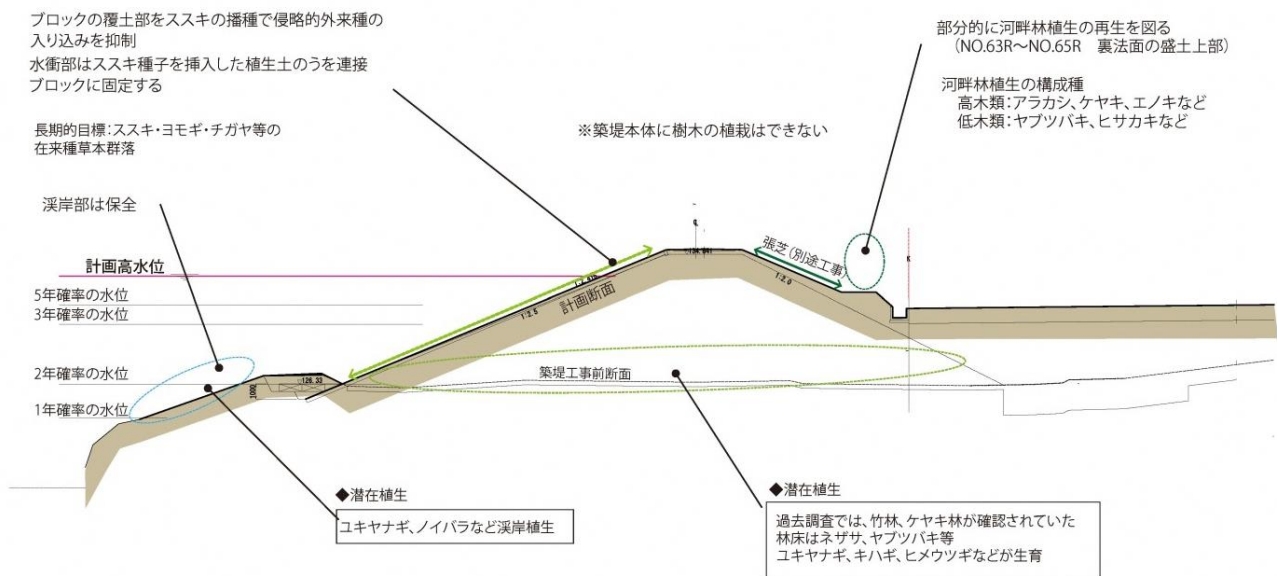


図-3 築堤区間の植生回復方法

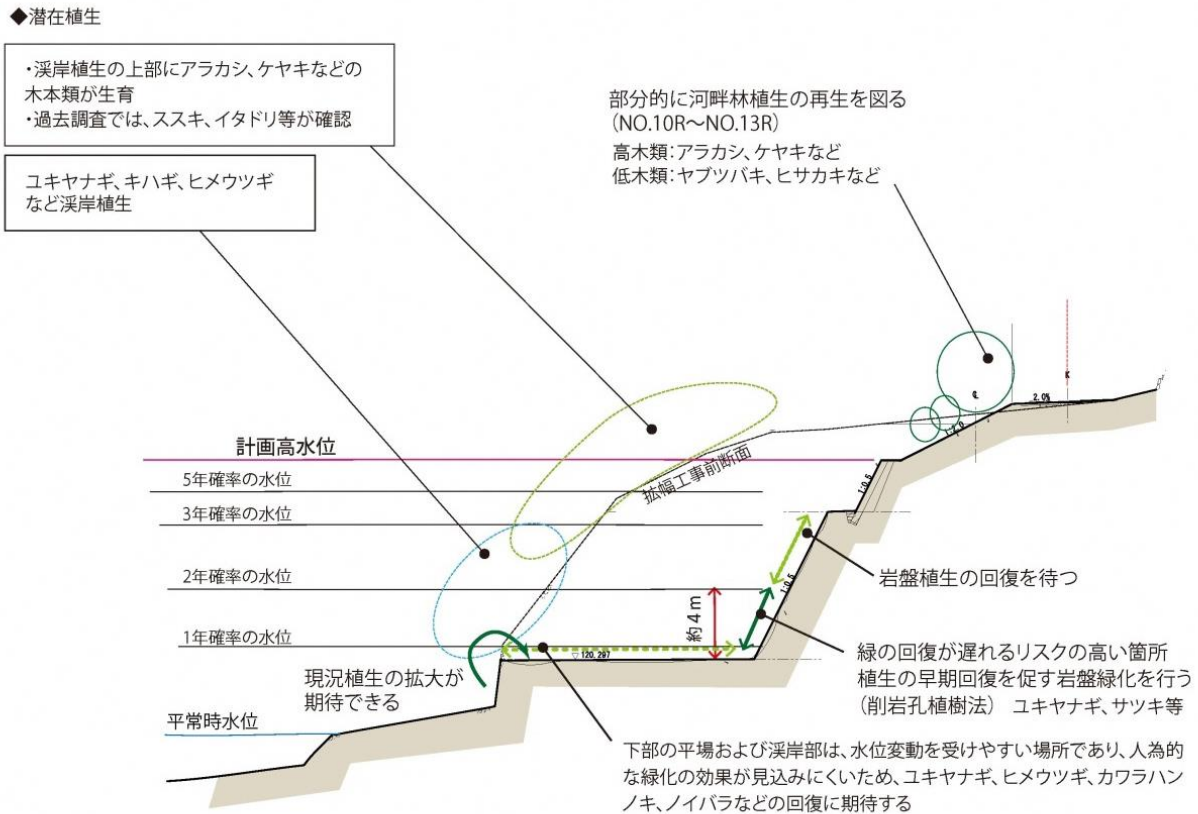


図-4 河道拡幅区間の植生回復方法

5. 「削岩孔植樹法」を用いた岩盤植生の回復

(1) 削岩孔植樹法の概要

既存の技術では、前述の課題を解決するような前例が存在しないため、2014年から研究者らが当該地で先行的に試験を行ってきた新しい緑化工法「削岩孔植樹法」を導入した。この工法は、図-5、6に示す、筒状の「苗キット」を岩盤内に削孔して挿入するものである。図-7に削岩孔植樹法の手順を示す。

地域植生の回復を目指す観点から、現地に自生する樹木の株を採取し、株分け・育苗することが重要である。育苗期間は樹種によってアジャストする必要がある。ユキヤナギの場合6ヶ月としている。

キットは、スギ間伐材を利用した木製ポット(φ65mm程度、L=300mm程度)に吸水性ポリマー配合の土壌を充填したものである。

移植の際は、「補助土壌」として、吸水性ポリマー配合の培養土を詰めた木綿製の袋(φ60mm程度、L=300mm程度)を削孔内に挿入した上に、キットを挿入し、隙間に現地土を詰めている。現地土を間詰めることで、隙間から土中の埋土種子によって自生種が発芽



図-5 削岩孔植樹法に用いるキット

することも期待できる。

(2) 削岩孔植樹法の効果

河道拡幅工事の施工業者から、研究者らにユキヤナギの移植試験の依頼があり、地元の小学校の参加を得て、2014年に102本、2015年に139本の移植を実施した。その

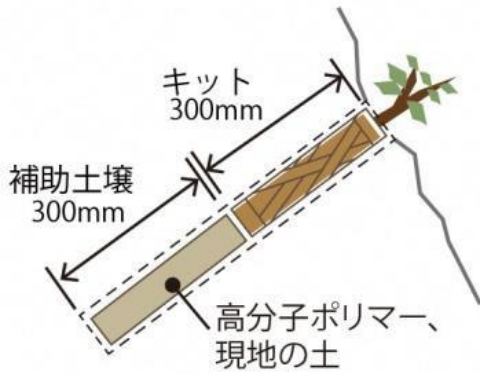


図-6 苗キット模式図

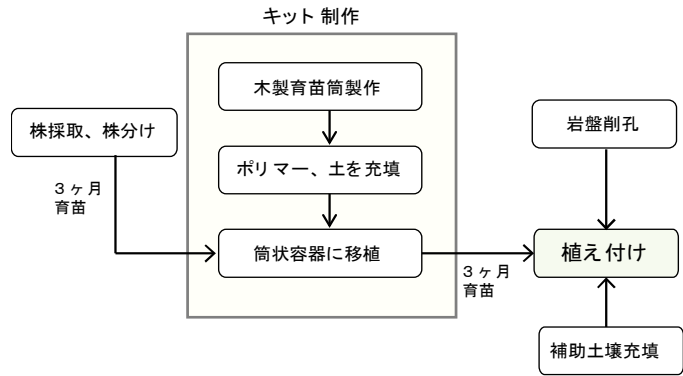


図-7 削岩孔植樹法の手順

後、定期的に観察を行い、2017年10月現在、活着率は2014年分が86%、2015年分が91.2%であり、非常に有効な工法であることが分かったため、2018年に545本の移植を実施した。現在の最新（2018年10月現在）の活着率は、2014年分が79.9%、2015年分が85.3%、2018年分が96.5%である。

的に試験を行ってきた結果、有効な工法であることが分かったが、今後も施工後のモニタリングを行い、手法の調整や開発を行っていくことが必要である。

また、昨年度より本格的に岩盤植生の回復を行っているが、植生の自然回復を待っている箇所もあるため、紀の川（吉野川）阿田工区全体を定期的にモニタリングしていくことも重要と考えられる。

6. おわりに

紀の川（吉野川）阿田工区では、現在、前述したような計画に基づいて植生回復を進めており、徐々に回復してきている状態である。特に、岩盤緑化については、前例がほとんどない中で、削岩孔植樹法を過年度より先行

謝辞：本論文の作成にあたり、ご協力いただいた方々へ、心より御礼申し上げます。

※なお、本論文は筆者が奈良県五條土木事務所工務第一課に在籍した際に取り組んだ内容をもとに作成したものである。

水辺活用を促進する人材育成と 人間関係構築の取組

井上 卓¹

¹近畿地方整備局 河川部 河川環境課 (〒540-8586大阪府大阪市中央区大手前1-5-44) .

潤いのある生活空間と魅力あるまちにあふれた近畿地方の実現を目指して、失われた人々の川への関心を取り戻し、市民が主体的に使いこなす水辺のあり方を模索する「ミズベリング・プロジェクト」を近畿地方整備局で進めてきているところである。本研究では、その推進のために水辺活用を推進する人材育成と人間関係構築が重要になっていると認識して取り組んだ内容とその成果を取りまとめたものである。

キーワード 河川空間のオープン化、かわまちづくり、官民連携、ミズベリング

1. はじめに

我が国の水辺はかつては生産、交通、水源や憩いの場など、社会と生活の中に溶け込んでいたが、高度成長期の産業発展による水質汚染や、治水を目的とした河川整備が進んだことで堤防等の河川管理施設により河川とまちが分断され、社会と生活から川が切り離されてしまった。

一方で、1956年に発見された水俣病をきっかけに、環境問題が社会問題として認識されはじめ、近年では個人の人生や社会的な生活の質(クオリティ・オブ・ライフ)が注目され、住環境やまちづくりに関する関心も高まっている。

河川の水質汚染とまちとの空間的なつながりの喪失は地域の生活空間の質に大きな影響を与えるため、この2つを解消するためこれまでに様々な努力が行われてきた。

水質汚染は、1971年に施行された水質汚濁防止法の策定や様々な水質対策が進んだことで、河川の水質は大幅に改善された。

河川空間のまちとのつながりの喪失の回復のためには1997年の河川法改正にて、河川空間の開放の方針が示され、1999年には河川敷地占用許可準則(以下、「準則」という。)が施行され具体的な運用が示された。2004年には準則の特例措置により河川敷地の商用利用での河川敷地の占用が「社会実験」という形で認められ、2011年の準則の改正では、都市・地域再生等利活用区域(以下、「特区」という。)への指定を条件に正式に河川敷地の商用利用での河川敷地の占用が認められるなど、段階的

に河川空間のオープン化の規制緩和が行われている。

また、2009年度には、国土交通省によりソフト・ハード面からまちづくりと一体となった水辺整備を積極的に支援する「かわまちづくり支援制度」が創設され、支援の制度が整えられた。

整備された制度を活用し、水都大阪の取り組みによる「北浜テラス」(2008年～)などの水辺の賑わい創出の取り組みが各地でみられるようになった¹⁾²⁾。

さらなる水辺の賑わい創出を推進するためには、川を「自分ごと」としてとらえ、まちにおける水辺の魅力に気づき活用しようとする人を増やす必要がある。しかし、社会と生活から川が切り離されたことにより国民の河川への関心が失われており、これを取り戻す必要がある³⁾。そのため、2014年から人々の川への関心をとりもどし、市民が主体的に使いこなす水辺のあり方を模索する運動「ミズベリング・プロジェクト」が始まった⁴⁾。これにより水辺活用の機運の醸成が行われるとともに、官・民双方への支援体制が強化された。

近畿地方整備局でも管内で「ミズベリング・プロジェクト」を進めているところである。

2. 水辺の賑わい創出とミズベリング・プロジェクト

(1) ミズベリング・プロジェクトの概要

2014年に国土交通省水管理・国土保全局によりミズベリング・プロジェクト事務局(以下、「事務局」という。)が設置され、3月22日に「ミズベリング東京会議」

が行われたことを皮切りに、「ミズベリング〇〇会議」の全国展開が始まった。その後、事務局は毎年1回の公開の参加者数百人規模のフォーラムを開催するとともに、2015年から始まる「水辺で乾杯」など幅広い層の関心を惹く施策を展開している。

また、それに呼応して各地で「ミズベリング〇〇会議」がおこなわれ、それらをきっかけとしてと地域名を冠した水辺活用の取り組みが始まっている。

(2) 近畿地方整備局のミズベリング・プロジェクトの取り組み

2018年3月迄の近畿地方整備局のおもなミズベリング・プロジェクトの取り組みは、以下のとおりである⁹⁾~¹⁰⁾。

表-1 近畿地方整備局におけるミズベリングの取組

年月	内容
2014年10月11日、12日	一般社団法人水都大阪パートナーズの主催する「ミズベリング大阪会議」への協力
2015年3月～2016年3月	福井県内でのミズベリングのきっかけ作りの「ミズベリング越前若狭」の取り組み
2015年3月	大津瀬田川の新しい賑わいについて考える「ミズベリング大津・瀬田川会議」
2015年～	水辺で乾杯を管内事務所等での実施を奨励
2015年～	「淀川アーバンキャンプ」の社会実験
2015年10月9～11日	「ミズベリング世界会議 in OSAKA」の主催
2016年8月6日、7日	社会実験「天ヶ瀬ダムプロジェクトマッピング」
2018年2月1日	水辺活用のノウハウをまとめ、共有する試みの「ミズベスクール」

また、その他近畿地方整備局管内の各事務所では従来から河川区域で行われているイベントをミズベリングに絡めたり、直轄管理区間以外でも様々な取り組みが確認されている。

3. 近畿地方整備局における水辺の賑わい創出

(1) 課題と現状

ここでは、近畿地方整備局の水辺の賑わい創出における現状と課題を整理する。

a) 成果

以上の近畿管内の取り組みにおいて、水辺の利活用のアイデアを創出し、水辺を活用しようという機運の醸成には大いに効果があることが確認されている^{9),7),8)}。

また、2017年度には、実践者の参考となるよう、水辺活用ノウハウブックを作成し、公開した¹¹⁾。

さらには、2015年度から近畿地方整備局でミズベリング担当職員を本局と各河川・ダム関係事務所に配置しており、人事異動等により2018年4月1日時点で91名ミズベリング担当職員経験者が在籍している。また水辺で乾杯の継続実施もあり、整備局職員内に「ミズベリング」の認知度は上がってきている。

b) 課題

一方で、課題は「継続性」「人材不足」「制度の理解が足りない」「取組への理解がない」「予算の確保」が課題にあげられている^{4),6)}。

(2) 理想と目標

以上を踏まえて近畿地方整備局がミズベリングで目指す水辺の賑わいの目標を整理した。

水辺を「利活用」するのは、そこに住む市民や民間事業者であり、河川管理者や自治体の行政ではない。そこで、2019年度における目指す目標は、水辺の賑わい創出に関わる人（以下、「プレイヤー」と呼ぶ。）が以下のようなこととした。

- ・水辺の賑わい創出に関わる制度を理解していること
- ・これまで蓄積された水辺の利活用のノウハウを活用できるようになること
- ・双方向のコミュニケーションで相互理解を深めること
- ・立場を超えた人のつながりができること

4. 人材育成と人間関係構築の取組

(1) 2017年度取組の成果と反省

2017年度に行ったミズベスクールでは、水辺活用のノウハウがとりまとまったことと、新たな人的な結びつき、それに伴う他の水辺活用事業への参入が見られたことが主な収穫であった¹⁰⁾一方で、登壇者からの情報発信が主となり、参加者からの発言や、相互の意見交換が少なかった。

(2) 2018年度取組の戦略

3.(2)でのべた目標を達成するため、昨年度の反省も踏まえ、2018年度の取り組みは以下の方針とした。

a) 実施形式

1日程度のフォーラムを行うこととし、名称は昨年度のミズベスクールの続編としてミズベスクール2とした。

表-2 ミズベスクール2の概要

日時	2018年2月18日(月) 10:00～17:00
場所	大阪合同庁舎1号館 第1別館 大会議室
定員	80名(先着順)

b) ノウハウの普及啓発から人材育成及び人間関係構築へ

これまでの近畿地方整備局が提供してきたミズベリングのフォーラムは、先進事例から得られた「ノウハウの普及啓発」をねらったものであった。

しかし、2017年以降新たなミズベリングの取り組みが見られないため、既存の意欲あるプレイヤーがそろっている取り組みが出尽くしたと推測し、2018年度は「人材育成」及び、取り組みにつながるプレイヤーの「人間関

係の構築」に大きくシフトした。

そのため2018年度は制度紹介を行うとともに、参加者からのアウトプットや登壇者・参加者相互の交流をメインに据える形にした。

事例についても、2017年度は、特に収益・賑わい事業において先進事例からノウハウを抽出することを目標としたが、2018年度は近畿管内の水辺において賑わい創出を行う際に起こりえそうな課題に対応している事例を抽出することとした。

(3) 育成すべき人材像

a) 水辺利活用成功に重要な3つの立場の関係

水辺の利活用は官民連携の取り組みであり、推進には河川管理者、基礎自治体の職員そして民間・市民の3つの立場の連携が重要となるとされている⁴⁾。

規制緩和のための特区の指定やハード整備の支援のための「かわまちづくり支援制度」の登録は河川管理者が行うが、その申請は基礎自治体職員からなされなければならない。その条件には「地域の合意」が必須になっているため、計画策定に民間・市民が加わっている必要がある。

以上の相互関係を整理すると、図-1のとおりとなる。

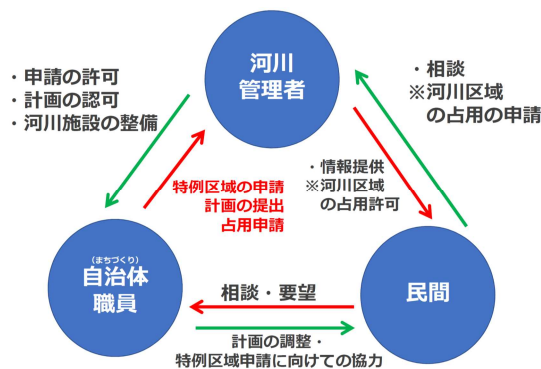


図-1 水辺の利活用関わる3つの立場の関係

b) 育成すべき人材像と育成方法

以上の3つの立場において、それぞれの立場は目的が異なる。また、必要とする知識や身につけている技術、経験が異なることから、考え方や認識が異なってくる。それぞれの立場を相互理解し、異なる立場の主張や利害を超えて目的達成のために調整できる人材を育成することが重要となる。

そのためには、まず異なる立場の人と交流を行うことで、立場による認識の相違を認識し、理解することが必要であると考えた。

そのためには、異なる立場の方との対話することで認識の違いを認識し、共通の関心事項について意見交換することで相互理解に至る「体験」をしてもらうことがより実践につながる形で理解して貰えると考えた。

(4) 人間関係構築と創るべき交流の場

a) ミズベスクールの人間関係構築における機能

2017年度のミズベスクールでは参加者と登壇者のつながり、水辺の賑わい創出について相談・情報交換が始まるという想定外の成果があった。

これは、ミズベスクールが「水辺の賑わい創出」という共通のテーマへの関心や問題、熱意などを共有し、その分野の知識や技能を相互交流の中で深めていこうとする人々の「交流の場」場として機能していると考えられる。

また、潜在的なプレイヤーの存在に気付くという事例⁷⁾があることから、プレイヤーは一定数存在するものの、その取り組みが軌道に乗るために必要な人数が集められるだけの人材が出会う機会がないと推測した。

そのため、異なる3つの立場の人がバランス良く集まり、立場を超えて交流する場を整える必要があると考えた。

b) メインの対象の設定

対象は、前回までが「水辺の利活用に関心のある人」としていたが、今回は水辺の利活用の認知が進み、新たな取り組みのスタートへの後押しを狙いたいことから、これから取り組みを初めてみたい層(初心者層)を想定してプログラムの内容を企画した。

また、前回は全体的に(河川管理者を含めた)行政職員の割合が38%と少なく、基礎自治体職員に絞ると割合が11.5%であった。異なる立場との交流のためにバランスを考え、基礎自治体職員の割合を増やす必要があると考え、管内の1級旧河川沿川の主要な自治体のまちづくり・地域振興に関すると思われる部署等に優先的にチラシを配布した。

(5) 構成

以上を元に、参加者が体験から実践に繋がるように学習できるよう経験学習理論を基にしたワークショップの基本構造¹²⁾を参考としつつ、3.(2)で設定した目標を理論的な手法¹³⁾と並び替え、第1部の制度説明、第2部の、事例紹介、第3部の分科会、第4部のワークショップ形式の意見交換の4部構成とした。第1部～第3部を必要な情報を得る「知る活動」とし、第4部を学びに必要な体験を得る「創る活動」とした。水辺利活用の初心者からベテランまですべての参加者が、今後の参考となる学びを得、かつ水辺の利活用を「自分ごと」と思える状態に無理なく段階的に進んでいけるように工夫した。

以下に、4部構成の各部の詳細について記述する。

a) 制度紹介

制度紹介の内容と登壇者を以下の表-4に示す。後に控える「創る活動」が充実したものにするため「知る活動」である。また、制度ではないものの「ミズベリング・プロジェクト」を盛り込んだのは、ミズベリング・プロジェクトが開始から5年経過し認知度が出てきた一方で、本来の意図やコンセプトが広く伝える機会が少ないこと

が理由である。

また、制度紹介は実務に携わる整備局の担当職員が説明することとしたが、都市再生推進法人制度については整備局所管の制度ではないため、すでに活用している和歌山市の竹家正剛氏に依頼した。

表-3 制度紹介の内容と登壇者

題名	登壇者
ミズベリング・プロジェクトのあらまし	ミズベリング・プロジェクト事務局 プロデューサー 山名 清隆氏
かわまちづくり支援制度	近畿地方整備局 河川部 河川環境課 地域連携係長 中島 遼
占用許可準則と 都市・地域再生等利用区域	近畿地方整備局 河川部 水政課 行政第一係長 澤岡 俊尚
都市再生推進法人制度	和歌山市役所 市長公室 政策調整部 政策調整課 竹家 正剛氏

b) 事例発表

「知る活動」の2つ目の事例発表は、多くの参加者にも参考となるように、以下の2点に配慮して選定した。

まず1点目は初心者にも参考となるよう、先進事例だけでなく様々な事業の発展段階から選定した。事業の発展段階は、水辺活用ノウハウブックにて整理した4段階を参考にした。

2点目は、多様な参加者にも参考となるよう、異なった地理的・社会的条件から選定した。地理的とは、大まかで感覚的だが、上流、中流、下流とし、社会的とは、山間地域、観光地区、都市部など土地利用の観点から分類した。

以下の表-4に示す3事例で、1事例当たり15分の発表とした。

表-4 選定事例と登壇者

事例	条件	段階	特徴	登壇者
かつらからまちづくり (茨城県城里町)	中・上流部 自然豊かな地域	定着期	地元官民連携の枠組み、道の駅との連携	(株)桂ふるさと振興センター(道の駅かつら)店長 谷津 安男氏
天ヶ瀬ダム見学ツアー (京都府宇治市)	中・上流部 観光地域	初動期	水辺のインフラを活用した観光振興	(社)京都山城振興社(お茶の京都DMO) 監理部 次長 川瀬 章治氏
タマリバ (東京都狛江市)	中・下流部 都市河川	展開期	民間・市民を中心補助金を使わずに運営	comaeicolor 代表 篠塚 雄一郎氏

c) 分科会

参加者と登壇者の対話の機会を確保するため、登壇者と少人数の参加者が質疑応答や意見交換を行う分科会を設けた。テーマと登壇者は表-5に示す。

表-5 分科会グループとテーマ

テーブル	テーマ	登壇者
1	ミズベリング・プロジェクトと水辺の創造力について	ミズベリング・プロジェクト事務局 プロデューサー 山名 清隆氏
2	水辺空間活用の取組における場づくりについて	ミズベリング・プロジェクト事務局 ディレクター 岩本 唯史氏
3	都市再生推進法人活用のコツ	和歌山市役所 市長公室 政策調整部 政策調整課 竹家 正剛氏
4	地域の魅力を活かした水辺空間の活用における関係者の協力について	(株)桂ふるさと振興センター(道の駅かつら)店長 谷津 安男氏
5	インフラを観光資源として捉えた集客について	(社)京都山城振興社(お茶の京都DMO) 監理部 次長 川瀬 章治氏
6	都市における河川空間の魅力と持続的なプロジェクト経営について	comaeicolor 代表 篠塚 雄一郎氏

整備局職員以外の制度紹介者、登壇者及びファシリテーターの6人が各自1テーブルを受け持ち、事前に振り分けた参加者グループと1回あたり30分間で自由に話し合う。分科会は2回行うため、参加者一人当たり2つのテーブルの話の聞くことができる。参加者には申込時に興味のある登壇者を第1希望から第3希望まで選択してもらい、事務局側で人数バランスを考え振り分けた。

d) ワークショップ形式の意見交換

学びを深める「体験」を提供するための「創る活動」となる部分である。ここでは、参加者が相互理解を深め、立場を超えて協力するための新しい認識を得てもらうことが目的となる。そのため、参加者がそれぞれの意見を持ち寄って、意見交換することで新たな気づきを得ることができる「ワールドカフェ」方式⁴⁾を参考とした。

参加者・登壇者が1グループ当たり10人程度の8グループに分かれ、95分を第1～第4ラウンドの4つに区切り、表-6に示すように、ラウンド1とラウンド2では問いを変えると共に、席替えを行い、多様な参加者と交流する工夫を行った。また、第1ラウンドでは「今日学んだこと」という親しみやすい問いを設定し、第2ラウンドにより踏み込んだ問いというように場の関係性の形成に応じて設定した。さらに、第3ラウンドでは河川管理者、自治体職員、民間・市民の立場ごとに意見を色分けし、立場による認識の違いを分かりやすくした。

ファシリテーションは、事務局の岩本唯史氏に依頼した。

表-6 第4部の構成

ラウンド	内容
1	「問い: 今日学んだこと」についてイベントを振り返りながら話し合う。 各テーブルにホスト1名だけ残して他のメンバーは別のテーブルに移り自己紹介する。
2	・ホストがそのテーブルで出たアイデアを紹介する。 ・全員で「問い2: あなたが未来もミズベ活用の仕事に携わっているとして、あなたの仕事はどのように変わっていると思いますか?」
3	(テーブルは移動せずに)第2ラウンドで出たアイデアを立場毎に分類し、ラウンド2で話した未来について話し合う。
4	全体のファシリテーターが全体で対話する。

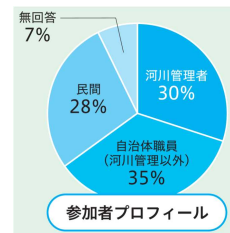
5. 反響と成果

(1) 申込状況と参加者数

定員は80人で申込み切前に満員御礼となっていたが、当日のキャンセルと当日参加があり、77名(部分参加含む)であった。

以下の図-2に今回のミズバスクールの参加人数の立場比を示す。

図-2 参加者の立場別構成比



(2) 当日の様子

ここでは各部ごとに当日の様子を紹介する。

a) 開会～制度紹介～事例紹介

開始の定刻までに殆どの参加者が着席し、整備局の挨拶から制度紹介、事例紹介にわたるまで参加者は熱心に登壇者の話に耳を傾けていた。

事例紹介では、時間の都合で数は限られたものの参加者から自発的に質問が出て、参加者の関心の高さがうかがえた。

b) 分科会

昼食休憩を挟んだ後の分科会では、開始直後は進行に戸惑うテーブルもあったが、すべてのテーブルで活発に質疑応答や議論が行われていた。

登壇者が自らの経験に基づいた具体的な回答していくにつれて、参加者からも具体的な質問や相談をしたり、参加者同士で解決方法を議論したりするなど、まさに立場を超えた対話が見られた。



写真-1 分科会の様子

d) ワークショップ形式の意見交換

第4部では、すでに分科会で参加者の気持ちがほぐれており、参加者相互も打ち解けていたことと、ファシリテーターの岩本氏の進行もあって開始早々から非常に盛り上がる展開となった。



写真-2 ワークショップ形式の意見交換の様子

e) まとめ

最後はミズベリング・プロジェクトのプロデューサーの山名氏の内省のセッションでそれぞれを振り返って終了した。

(3) アンケート結果

参加者77名のうち、57通のアンケートの回答を回収することができた。

a) 選択回答

選択回答欄は、Q1. 本日の満足度、Q2. 本日の理解度、Q3. 今日学んだ事は明日からの取り組みに役立つか?の3つであり、結果は以下のとおりであった。

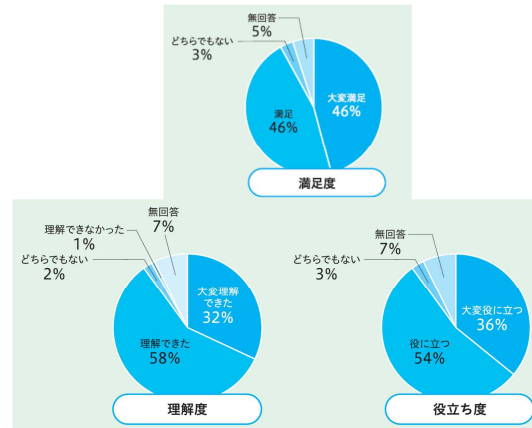


図-3 アンケートの結果(選択回答)

満足度は大変満足と満足合わせて92%と参加者の9割強に満足頂けている。大変理解できたと理解できたを合わせて90%、大変役に立つと役に立つを合わせて90%となっており、用意したプログラムの内容をご理解頂き、また各自の取り組みに参考となる形で提供できたのではないかと考えられる。

b) 記述回答

記述回答の質問はQ4. 本日の良かった点、Q5. 本日の改善が必要な点、Q7. 水辺空間の利活用で困っている点、Q8. 今後期待する点、の4つである。

Q4. の本日の良かった点(44回答)については、多くの事例を聞いたこと、実践的な事例を聞いたことについて上げているものが多い。しかし特筆すべき事は、「少人数で話し合えたこと」や「様々な方々と意見交換できた」など、様々なひとと直接話げできたことを回答しているものが14回答、「事例と制度が同時に学べたこと」に触れているものが9回答と多かったことから、『異なる立場の人を交えた少人数での対話』『制度と事例をバランス』が好評だったことが分かる。

また、「前向きな点だけでなく課題についても聞いた」や「本音トークができた」という回答が2回答あったことは、実践者の生の声が求められていると考えられる。

Q5. の改善点(回答数31)については、分科会の進行、民間の参加者が少ないこと、全体の時間配分などがあげられていたが、いずれもプログラムの工夫で対応可能なものであり、今後も参考としたいと考えている。

Q6. 水辺の利活用で困っている点(回答数24)、については、「水辺の利活用に携わるプレーヤーの不足」をあ

げている。自治体職員の中には「自治体内部の部局の調整」をあげている方が複数おられた。

Q7.の今後期待すること(18回答)については、「(ミズベスクールのような会の)継続的な開催を求める回答が6回答あった。また、より多くの河川管理者や自治体職員に知ってもらいたいという声もあり、この様な会の需要が高いことが確認できた。

6. 考察

ここでは、本取り組みを通じての考察を考察する。

(1) 人材育成への影響

a) 制度の理解の浸透への影響

アンケートの回答で、本日の理解度が高かったことや、制度と事例を学ぶことができて良かったという記述が多かったことから、参加者に制度を理解してもらおうという目標は達成出来たのではないかと考えられる。今後は、より多くのプレイヤーに制度を伝えていく取り組みを継続すると共に、参加者が知識を広めていけるように、定期的に制度の活用の最新事例等を情報提供する取り組みなども行う必要があるだろう。

b) 異なる立場の相互理解への影響

様々な方々と意見交換できたことを良かった点に挙げた参加者が複数見られた。また、第3部の分科会や、第4部の意見交換での議論の盛り上がりから、水辺の利活用にかかわる3つの立場が交流することに対しては好意的に受けられたと考えられる。

しかし、異なる立場の相互理解の理解や重要性の認識に関する記述は確認できなかった。プログラムの中でより明確に伝えるなど、実践に繋がる工夫の余地があると考えられる。

(2) 水辺利活用の推進人材の人間関係への影響

第3部の分科会での議論や第4部の意見交換に関しての好意的な回答が多いことことや、名刺交換をする姿なども見られたことから効果があったと考えられる。

しかし、これらは人が繋がるきっかけに過ぎない。今後は継続的に今回の様なプレイヤー及びその候補が集まる場を提供するとともに、将来的には自発的に集まる実践コミュニティ(コミュニティ・オブ・プラクティス)¹⁵⁾を育成することが望まれるだろう。

7. 最後に

本取り組みで重視した「人材育成」(「制度の理解」及び「異なる立場の相互理解」)、「人間関係の構築」はミズベスクール2にて一定の効果があり、今後の水辺の利活用の促進に向けての新たな動きも生み出し、非常に有意義な回とすることができた。

何よりもプログラムが進むにつれて参加者の表情は前向きになり、自分の言葉で議論する姿が印象的であった。それはまさに参加者自身が「自分ごと」として水辺の賑

わい創出を感じていたからかもしれない。

また、想定外の結果として参加者から整備局に水辺賑わい創出やミズベリングについて、具体的な問い合わせがあったことや、新たな取り組みを起こそうという動きが見られていることである。

今後は本取り組みの成果を生かして、次の着実に次の目標へと向かっていきたい。

謝辞: 本取り組みの実行に当たって、御意見ご協力を頂きました登壇者の方々、ミズベリング・プロジェクトの皆様及び当日の運営にご協力頂きました方々に深く感謝すると共に御礼申し上げます。

参考文献

- 1) 馬場 正尊・Open A: RePUBRIC 公共空間のリノベーション, pp.84-107, 株式会社学芸出版社 2013.
- 2) 泉 英明・喜名光市・武田重昭 編 橋爪紳也 監修: 都市を変える水辺アクションー実践ガイド, 株式会社学芸出版社, 2015.
- 3) 水辺とまちのソーシャルデザイン懇談会: ここから水辺の未来が動き出すー水辺とまちの未来創造メッセージ, 2014.3.
- 4) ミズベリング・プロジェクト事務局: ミズベリング・ビジョンブック, 2018.3, https://mizbering.jp/wp-content/themes/mizbering/pdf/MIZBERING_VISION_BOOK.pdf (参照 2019-06-04).
- 5) 一般社団法人 水都大阪パートナーズ: ミズベリング大阪会議記録集, 2014.
- 6) 山本 浄二・田尻 一郎: 瀬田川の水辺に新しい賑わいを生み出す取組について, 平成 27 年度近畿地方整備局研究発表会論文集, 地域づくり・コミュニケーション部門, No.1, 2015.
- 7) 寺田 哲也: 福井におけるミズベリングの取組, 平成 28 年度近畿地方整備局研究発表会論文集, 地域づくり・コミュニケーション部門, No.1, 2016.
- 8) 田村 友秀・中川 雅樹: 水辺とまちの未来のかたちーミズベリング世界会議からの挑戦ー, 平成 28 年度近畿地方整備局研究発表会論文集, 地域づくり・コミュニケーション部門, No.6, 2016.
- 9) 津田 雄一・熊谷 祥史: 淀川 MIZBERING が創り出すもの, 平成 29 年度近畿地方整備局研究発表会論文集, 地域づくり・コミュニケーション部門, No.19, 2017.
- 10) 大石 太郎: 水辺活用ノウハウを共有する取組ー水辺の賑わいの極意を学ぶー, 平成 30 年度近畿地方整備局研究発表会論文集, 一般分門 (活力), No.1, 2018.
- 11) 国土交通省 近畿地方整備局: 水辺活用ノウハウブック, 2018, https://www.kkr.mlit.go.jp/river/manabuasobu/qgl8vi00000006zw-att/mizubeshool_book.pdf (参照 2019-06-04).
- 12) 山内勇平・森玲奈・安西勇樹: ワークショップデザイン論ー作ること学ぶ, pp.41-99, 慶応大学出版会株式会社 2013.
- 13) キャシー・スエルケン 著 飛田 基 訳: TOC による学習のつながり 学習内容の分析・解釈・応用に使う「ちゃんと考える」ための道具, pp.139-163, 特定非営利活動法人教育のための TOC 日本支部, 2016.
- 14) 香取一昭・大川 恒: ワールド・カフェをやる会話がつながり、世界がつながる, 日本経済新聞出版社, 2009.
- 15) エティウンヌ ウェンガー・リチャード マグダーモット・ウィリアム M スナイダー 著, 櫻井 祐子 訳: コミュニティ・オブ・プラクティス, 株式会社翔泳社, 2002.

大迫ダムにおける淡水赤潮の発生状況と その対策

青木 栄秀

近畿農政局 南近畿土地改良調査管理事務所 大迫ダム管理所
(〒639-3603 奈良県吉野郡川上村北和田 615-5)

大迫ダムでは、近年淡水赤潮の発生が確認され景観上問題となり関係機関への対応に苦慮していることから、日常の管理データを用いて淡水赤潮の発生状況と発生時の環境条件を整理し、発生を抑制する方法を検討した。その結果、大迫ダムにおける対策として、淡水赤潮発生時期に貯水位を上げて淡水赤潮の発生場所を上流部へ導き、さらにその場所に分画フェンスを設け発生要因である植物プランクトンを沈めて湖底の流入水に乗せ、水温が低い湖底へ導きシスト化させて発芽を抑制する方法が考えられた。

キーワード 植物プランクトン, シスト, 水温, 貯水位, 分画フェンス

1. はじめに

大迫ダムは、図-1 の大迫ダム位置及び写真-1 の大迫ダム全景に示すように、奈良県南部の紀の川の最上流に位置するアーチ式コンクリートダムである。集水域には日本有数の多雨地域である大台ヶ原がある。

近年、写真-2 の赤潮の発生状況に示すように、貯水池において淡水赤潮の発生が確認されている。大迫ダムで淡水赤潮の原因となっている植物プランクトンであるペリディニウム属は、毒性が確認された事例はない¹⁾が、水面の色が赤色や黄褐色に見えるため景観上問題となり、下流漁協等関係機関への対応に苦慮していることから、その発生を抑制することが必要と考えている。

本稿では大迫ダムの淡水赤潮の発生状況及び発生時の環境条件を日常のダム観測データより整理し、その発生を抑制する方法について検討するものである。



図-1 大迫ダム位置



写真-1 大迫ダム全景



写真-2 淡水赤潮の発生状況 (進入路下流)

2. 淡水赤潮とは

淡水赤潮とは、植物プランクトンが繁殖し水面に密集することで、水面を変色させる現象であり、植物プランクトンが繁殖していても密集しない限りは赤潮とはならない。また、淡水赤潮の原因となる植物プランクトンは、富栄養化状態の湖では発生しにくく、貧栄養化から中栄養化状態の湖で発生していることが多い¹⁾。さらに、その植物プランクトンの多くは渦鞭毛藻であるペリディニウム属であり、大迫ダムにおいて発生する淡水赤潮も同属のものである。

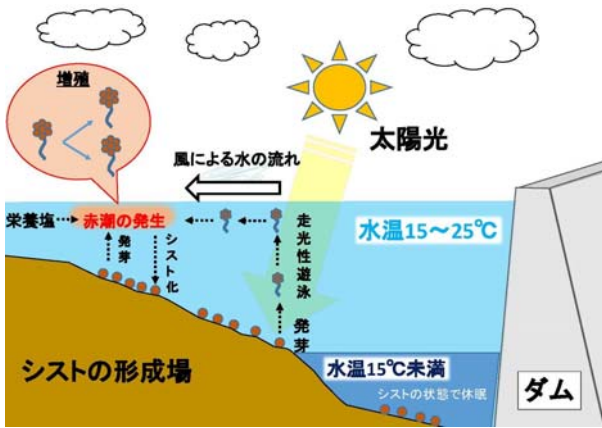


図-2 淡水赤潮発生機構

次に、図-2 に淡水赤潮発生機構を示す。

植物プランクトンの繁殖は、水温条件、光条件、栄養塩類条件及び貯水の滞留時間が影響するとされている。また、ペリディニウム属が属する渦鞭毛藻は、水温が低い環境では湖底にシスト(孢子)として休眠し、水温が適温となる環境下で発芽し、光が豊富な場所に鞭毛で遊泳する走光性を持っている¹⁾。さらに、繁殖した植物プランクトンは風による水の流れ(吹送流)を受け、移動・集積し淡水赤潮となる。

3. 大迫ダムにおける淡水赤潮の発生状況と環境条件

大迫ダムでは、淡水赤潮発生時の貯水池の水質調査のほか、毎日の貯水位観測、月2回の定点における表層から湖底までの水温測定を実施している。これらのデータを基に、淡水赤潮発生時の環境条件を整理した。

表-1 に大迫ダムにおいて過去10年間に発生した淡水赤潮の発生時期及び発生環境を、図-3 淡水赤潮発生位置と定点における水温観測位置を示す。

表-1 に示すように、淡水赤潮は3月～5月と9月～11月の間に発生し、6月～8月及び12月～2月は発生しないことがわかった。これは、3月～5月と、9月～11月の表面水温が植物プランクトン

表-1 大迫ダムにおいて過去10年間に発生した淡水赤潮の発生時期及び発生環境

赤潮発生日	発生場所	天候	発生地点の表面水温※1	貯水位(EL.) ※2
2009. 4. 30	二股橋下流	晴	—	395. 69m
2009. 11. 1	ダム堤体付近	晴後雨	—	388. 11m
2010. 4. 13	進入路下流	曇時々雨	11. 2℃	395. 13m
2011. 11. 2	入之波大橋付近	曇	14. 8℃	390. 16m
2012. 5. 26	進入路下流	雨	17. 3℃	392. 71m
2013. 4. 18	ダム堤体付近	晴	13. 6℃	380. 04m
2015. 9. 18	進入路下流	晴	20. 1℃	392. 04m
2016. 3. 7	取水口付近	曇	6. 5℃	389. 78m
2016. 9. 23	取水口付近	雨	21. 7℃	391. 52m
2017. 5. 2	二股橋下流	晴	18. 9℃	395. 17m

※1 水温は、赤潮発生日に近い日の近い場所の水面温度

※2 貯水位は、赤潮発生当日のAM9:00の水位

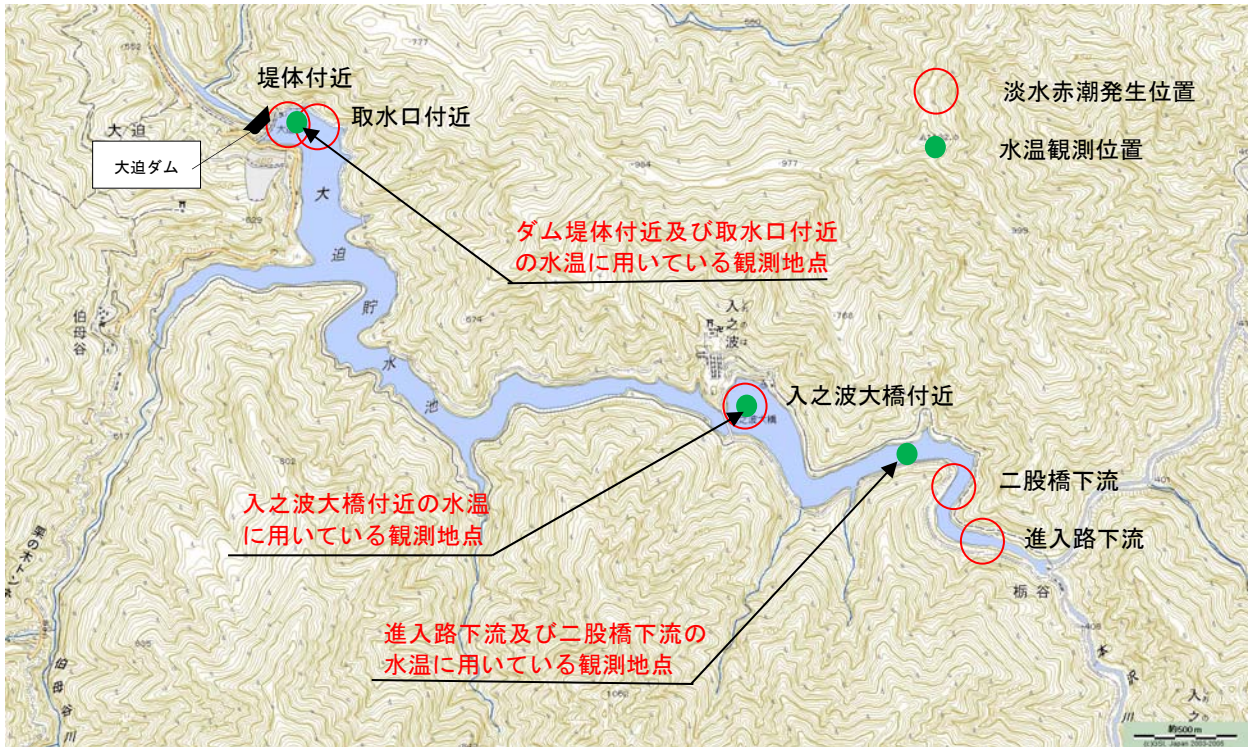


図-3 淡水赤潮発生位置と定点による水温観測位置

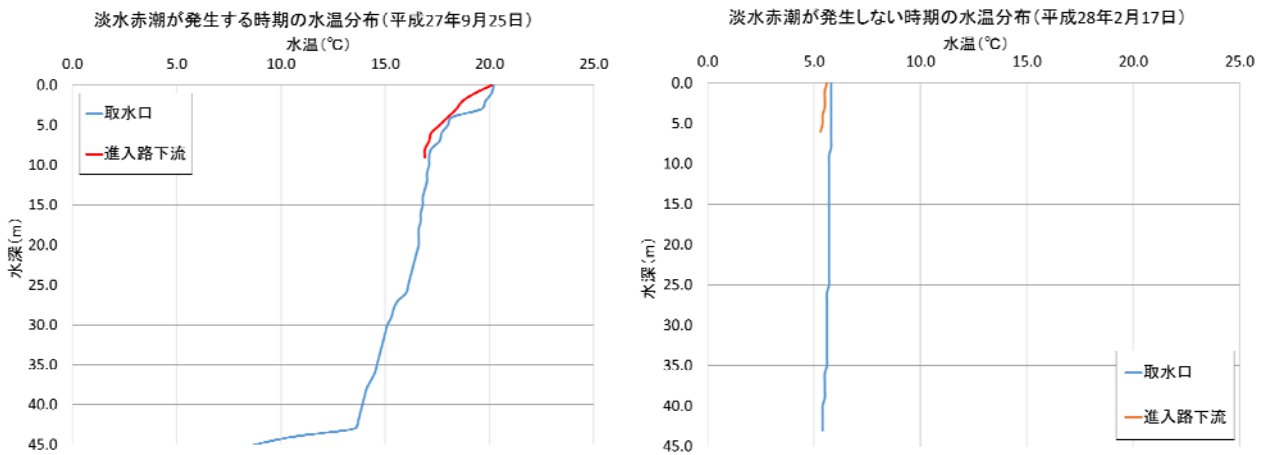


図-4 淡水赤潮が発生する時期としない時期の水温の鉛直分布

の繁殖しやすい温度帯である 15～25℃となるためであり、一方、6月～8月の水温は 25℃を上回り、また 12月～2月の水温は 15℃を下回り、繁殖しやすい温度帯を外れるため、シストとして休眠し、繁殖活動が抑えられたためと考えられる。

次に、図-4に淡水赤潮が発生する時期としない時期の水温の鉛直分布を示す。

図-4に示すように、淡水赤潮が発生しない時期のグラフは、上流から下流までどの地点も深度に対して水温が一樣になっている様な垂直に立った形状となる。これは、外気温が低く、水面付近が外気に冷やされ重くなり湖底へと移動し、下層にある暖かい水と入れ替わる様な鉛直方向の対流を

起こしたため、温度が一樣になったものと考えられる。

また、淡水赤潮が発生する時期のグラフは、上層から下層に向けて温度が低くなる様に傾斜する形状となっていた。これは、水面付近が外気に温められ軽くなり、比較的低温の低い重たい流入水が、その温められた水の下に潜り込み下層を流れているものと思われる。従って、上層は滞留しているものと考えられ、そのため、滞留した水に浮く植物プランクトンは吹送流により移動し、淡水赤潮が発生したものと考えられる。

すなわち、大迫ダムでは、淡水赤潮が発生する時期は上層において滞留が発生し、淡水赤潮の発

生に適した条件となっていることが考えられる。

光条件については、大迫ダムにおいて淡水赤潮発生前7日間の天候を調べたところ、曇または晴がほとんどであり、淡水赤潮発生前の天候は植物プランクトンが増殖するのに適した条件になっていた。

栄養塩類条件については、淡水赤潮が発生していない時期の全リンの濃度は平均 35mg/m³ で中栄養湖に該当し、植物プランクトンが増殖するのに適した条件になっていた。

加えて、図-5 に赤潮発生時の貯水位とダムから発生位置までの距離を示す。

図-5 に示すように、貯水位が高い方が比較的上流側で発生しやすく、貯水位が低い方が比較的下流側で発生しやすいことがわかった。これは、貯水位が高いほど滞留するエリアが上流側へ広がり、逆に貯水位が低いほど滞留するエリアが下流側へ移動するためだと考えられる。

以上より、大迫ダムにおける淡水赤潮の発生について以下の環境条件で発生することが分かった。

- ① 3月～6月と9月～11月にペリディニウム属が繁殖しやすい水温になる。
- ② 淡水赤潮が発生する時期は、ダム湖内の水が滞留している。
- ③ 赤潮発生前に曇または晴の天候が続くと発生しやすい。
- ④ 貯水位が高いと上流側で、低いと下流側で発生しやすい。
- ⑤ ダム湖の栄養塩類濃度が淡水赤潮の原因となるペリディニウム属が繁殖しやすい濃度になっている

4 淡水赤潮の対策方法の検討

ダム貯水池における淡水赤潮の対策としては、様々な方法があるが¹⁾、このうち、大迫ダムにおいて導入可能と想定されるものを選定し検討した。表-2 の大迫ダムにおいて考えられる淡水赤潮の対策にその検討結果をまとめた。

対策コストや手間を勘案した結果、表-2 のとおり大迫ダムにおける淡水赤潮の対策方法は、分画フェンスが最も適当と考えられる。

分画フェンスは、写真-3 の分画フェンス設置状況に示すように、河川を横断して設置し、図-6 の分画フェンスの鉛直方向の効果に示すように植物プランクトンが吹送流により集積することにより発生することを利用して、分画フェンスに集まった植物プランクトンを、鉛直方向のシートで下層の流入水に乗せ、下流の湖底深くに送り込み、シストの状態へ変化させ休眠状態へ導くものである。

分画フェンスは、狭小部に設けると設置延長が短くなり経済的であることから、ダム湖上流部に設けるのが理想である。貯水位が高いほど上流に淡水赤潮が発生する傾向があることから、上流側に分画フェンスを設置し、3月～6月と9月～11月の淡水赤潮が発生しやすい期間にダムの貯水位を高く保つことで費用を抑えつつ、効果を高めることが出来ると考えられる。貯水位と淡水赤潮の発生位置との関係を詳しく見ると、図-5 に示すようにダム堤体から6,000m上流（進入路下流付近）では、EL.394.0mの時に淡水赤潮が発生しているため、淡水赤潮発生期間は、この水位以上にすることが理想と考えられる。

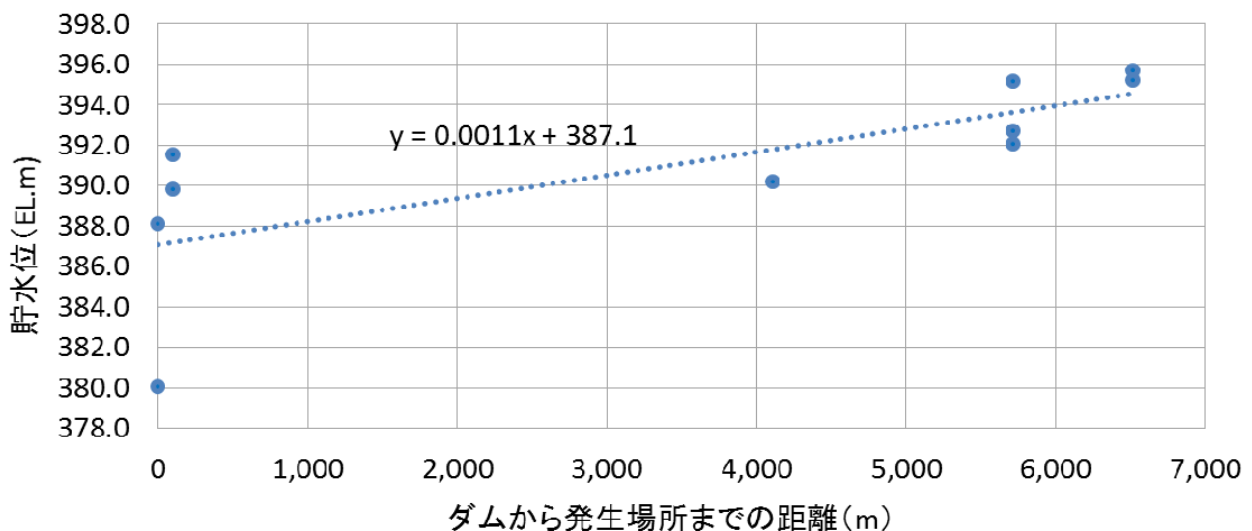


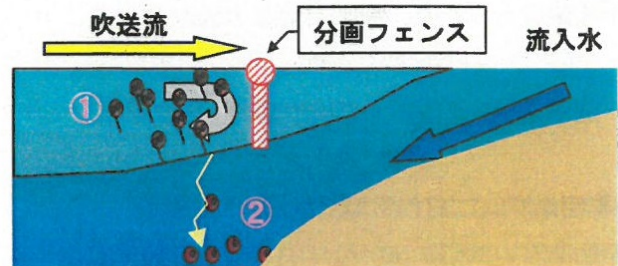
図-5 淡水赤潮発生時の貯水位とダムから発生場所までの距離

表-2 大迫ダムにおいて考えられる淡水赤潮の対策

対策方法	大迫ダムへの適用	採用
魚類の放流、浚渫	魚類の放流による植物プランクトンを補食させる特別な施設を必要としない方法であるが、元々ダムに生息しない生物を導入することにより、大迫ダムや下流の生態系を変える可能性がある。 底質土の浚渫は、シストがダム湖全体に分布しているため、コストと労力を要するうえ、効果が出るまでに時間がかかる。	△
分画フェンス	分画フェンスは、淡水赤潮が発生する位置付近に設置し植物プランクトンを深層に沈め、シスト化を促す方法であり、一度設置すれば、管理が容易で、比較的費用が安価である。	○
遮光	遮光は、湖面をシートで覆うことにより湖底にある植物プランクトンのシストの発芽を防止する方法であるが、植物プランクトンが湖面全体から発生している可能性があり、湖面全体を覆うには、多大なコストを要する。	△
殺藻	殺藻は、ウォータージェットによる衝撃により植物プランクトンを殺傷させる方法であるが、植物プランクトンの発生後に行う対策であり、発生の都度行う必要があり、コストと労力を要する。	△



写真-3 分画フェンス設置状況(ゼニヤ海洋サービス分画フェンスカタログP6より)



- ①フェンスで上下流方向の移動を阻害
(上流部での集積の抑制)
- ②シストを貯水池のより深い場所に流下
(シストの発芽に不適な環境へ送り込む)

図-6 分画フェンスの鉛直方向の効果³⁾

また、分画フェンスの鉛直方向のシートの長さを決めるためには、湖底の流入水の深さの情報が必要となるが、現在、分画フェンス候補地において水温の鉛直分布を調査していないことから、今後、この地点における水温の鉛直分布を調べる必要がある。

5. 終わりに

今回、2008年度から2018年度までの淡水赤潮発生時におけるダムの観測データから淡水赤潮の発生環境条件を整理したが、データが少なく満足できるものではなかった。今後十分な記録を蓄積し、再度、淡水赤潮の対策方法を検討したい。

参考文献

- 1) 井芹寧:ダム貯水池における淡水赤潮とアオコの発生機構及び対策について,九州技報第23号,P35,1998.7
- 2) 山田正人、宗宮功、壬生勝康:Peridinium 淡水赤潮の集積機構について,北海道大学衛生工学シンポジウム論文集,-1:40-44,1993.11
- 3) 坂井田輝:分画フェンスによる淡水赤潮対策について,平成23年度四国地方整備局管内技術・業務研究発表会報文,P2,2011

琵琶湖博物館第2期リニューアル 「樹冠トレイル」の整備について

北井 剛¹・林 竜馬²

¹滋賀県 北部流域下水道事務所 (〒522-0002 滋賀県彦根市松原町1550)

²滋賀県立琵琶湖博物館 新琵琶湖博物館創造室 (〒525-0001 滋賀県草津市下物町1091)

琵琶湖博物館は、1996年10月に開館して以来20年以上が経過し、琵琶湖の環境やそれを取りまく社会情勢の変化、新しいニーズ・期待の高まりに対応するため、展示や交流空間の大規模リニューアルを3期(2015年～2020年度)にわたって実施中である。

本論文では、琵琶湖博物館第2期リニューアルにおける空中遊歩道「樹冠トレイル」整備の経過について報告する。

キーワード 琵琶湖博物館、樹冠トレイル、遊歩道、丸子船、CIM

1. はじめに

琵琶湖博物館は、「湖と人間」をテーマに、オリジナルな研究を展開するとともに、地域の人々が博物館活動に主体的に参加できる制度を創設するなど、開かれた博物館を目指してきた結果、来館者数は累計1,073万人(※2019年4月末現在)に達している。一方、年間来館者数は近年減少傾向にあり、常設展示の情報発信力の強化や、新たな施設整備などが課題となっていたことから、2014年度からリニューアル事業に着手した。

第2期リニューアル事業の一つに位置付けられた「樹冠トレイル」は、琵琶湖博物館の管理用地内に新たに整備する空中遊歩道であり、前例の無い事業であった。以下に設計と施工、連携事業、広報営業活動など、樹冠トレイルオープンに至るまでの経緯を記す。

2. 整備目的

樹冠トレイルの整備については、2012年度に策定された新琵琶湖博物館創造ビジョン¹⁾に基づいて、交流空間の再構築の一環として計画された。2013年度には、屋外展示交流空間ワーキング会議を開催し、「自然に近づき、琵琶湖を感じる」ことのできる新たな交流空間として、樹冠トレイルの整備が新琵琶湖博物館創造基本計画²⁾の中に盛り込まれた。

琵琶湖博物館では、1996年の開館以来、「湖と人間」をテーマとして、研究や資料の収集整理、展示、交流といった博物館活動を実施してきた。その中でも、基本理

念として、「フィールドへの誘いとなる博物館」、「交流の場としての博物館」を掲げている。

樹冠トレイルの整備目的は、新琵琶湖博物館創造基本計画の中で「琵琶湖の湖畔にある立地条件を十分に活かし、来館者が琵琶湖や野外空間の自然をたっぷりと体感し、また心に残していくことができるように空間を整備する」と定められた。この目的の背景としては、樹冠トレイルが新たな「フィールドへの誘い」となり、「交流の場」にもなる施設として、琵琶湖博物館の理念を推進する施設となることを目指している。

樹冠トレイルでは、博物館の展示と実際のフィールドをつなぐ橋渡しとなることを目指して、琵琶湖畔にたつ立地を最大限に活かした展望デッキと、屋外展示の森の植物や動物を目の前で観察できる空中遊歩道の設置が計画された。また、新たな交流を生む場として、「はしかけ」(琵琶湖博物館で活動する地域の方々のグループ)の方々と協力した解説パネルの設置やガイドツアー等の環境学習イベントの実施に向けて、2014年度には「はしかけミーティング」、2015年度には「はしかフェ」を開催し、2016年度からは、はしかけグループ「森人(もりひと)」が結成され、樹冠トレイルを中心とした新たな交流活動が進められている。

3. 設計

(1) 設計の経緯

前述の整備目的にそって、①湖畔の立地を活かし、琵

琵琶湖を体感できる空間をつくること、②屋外展示の森の植物や昆虫などを、目の前で観察できる空間をつくること、③新たな琵琶湖博物館のシンボルとなる空間をつくること³⁾を、コンセプトとして設計を進めた。

(2) 計画高の検討

樹冠トレイルの整備予定地は、琵琶湖博物館の北側に位置する人工森林「縄文・弥生の森」(写真-1)である。ここでは、人が自然に大きく手を入れる前の縄文・弥生時代における琵琶湖周辺の原生林の姿を再現している。この森と、展示室とを併せて見てもらうことで、琵琶湖の生い立ちや人々の歴史について体感できるよう工夫されている。この森の樹木や、生き物を間近に観察するため、樹冠トレイルの計画高については、樹冠部(葉の茂っている部分)または樹冠下から樹木を観察することができ、かつ、館内レストランからの眺望の障害とならない高さとして、博物館オープンデッキの高さを計画高として設定した(図-1)。実際の視点場からの樹木の見え方については、伸縮ポールに取り付けたカメラを利用して検証し、ルート検討にも活かしている。



写真-1 樹冠トレイル整備予定地(中央部が縄文・弥生の森)

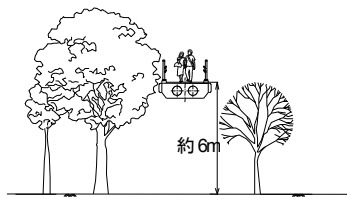


図-1 計画高説明図

(3) ルートと構造諸元

「縄文・弥生の森」に遊歩道を建設するためには、ある程度の樹木の伐採が必要となる。そこで、樹木調査を行い、特に印象的な樹木等残すべき樹木を選定し、これらを含む多くの木々を観察できるようなルートを検討した。あわせて、できるだけ伐採樹木数が少なくなるよう配慮した。決定したルート平面図を図-2に示す。ルート

は、琵琶湖博物館出入口からのアプローチ部と、生態観察池のそばを琵琶湖に向かって直進するルートと、縄文・弥生の森を回遊するルートから構成されている。森を回遊するルートについては、すぐ先を見通しにくいジグザグのルートとして歩行時のワクワク感を演出したほか、様々な高さから樹木を観察できるよう高低差(約1.5m)を設けた。なお、できるだけ車椅子の方にも利用いただけるよう配慮し、博物館出入口から5%未満の勾配となるよう設計した(一部階段を除く)。

また、琵琶湖の眺望を楽しむことができ、記念撮影スポットとしても利用できるよう、展望デッキ(6m四方、地上高約8.5m)を設置した。さらに、ここから地上に降りる階段を設置し、博物館用地の外に出て、湖岸まで歩くことが出来るルートを整備した。

構造については、経済性や施工性等を考慮し、琵琶湖に向かって直進するルートには橋梁構造、森を回遊するルートに栈橋構造を採用した。

[橋梁部構造諸元]

橋長: L=63.49m

幅員: 2.0m

上部工形式: PC2径間連続中空床版橋

下部工形式: 逆T式橋台、壁式橋脚

基礎工形式: 杭基礎(場所打ち杭)

[栈橋部構造諸元]

全長: L=94.3m

幅員: 1.5m

使用材料: (支柱ほか)アルミ合金 (床板)再生木材

なお、琵琶湖側の用地境界付近には、移設困難な地下埋設物(湖水取水管)の存在が想定されていたが、既存資料ではその正確な位置が不明であった。このため、レーダー探査と試掘により位置を特定し、支障とならない位置で橋脚を配置している。

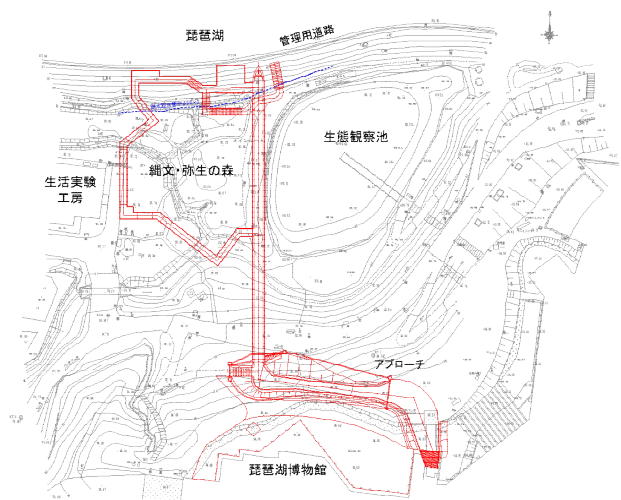


図-2 平面図

(4) 橋梁部の意匠の検討

「新たな琵琶湖博物館のシンボル」となるよう、構造物の意匠について検討した結果、琵琶湖博物館常設展示室(B展示室)にある「丸子船」(江戸時代から昭和初期にかけて琵琶湖上の物資輸送を担った木造船)について、①コンクリート構造での実現が比較的容易であること、②琵琶湖博物館(屋根部)の設計デザインのモチーフが丸子船であること、③琵琶湖へ出かけるイメージを持たせられることから、橋梁部の意匠モチーフとして採用した。

丸子船は、南湖の浅い水深でも座礁せず、安定して航行できるよう船底は平坦に作られており、積み荷を安定させ重心を低く保つために「おもぎ」という部材を緩やかに曲げて側面に取り付けられている。このため、船全体が丸みを帯びていることからその名がついたといわれている⁴⁾。これらの特徴を意匠に取り入れるため、3Dスキャナによる丸子船の3D測量を行い(図-3)、製作者である松井造船所の松井三男氏から貴重な情報を提供いただき、図面作成の参考とした。また、3DCGを作成し、3Dプリンタによる造形を製作した(図-4)⁵⁾。これらにより、博物館内で意匠イメージの共有が容易となり、スムーズな合意形成に効果があったほか、施工業者への伝達にも効果があった。



図-3 B展示室での測量の様子と点群データ



図-4 展望デッキ付近のCGと3Dプリンタ出力模型

(5) 施工計画

施工現場は琵琶湖博物館用地内にあり、公道からのアクセス性が悪く、大型車両が通行可能な以下の2つの工事進入路を併用する形で施工計画を立てることとなった。

進入路1: 湖岸堤管理用道路を通る進入路

進入路2: 博物館用地内を通る進入路

いずれの進入路からも工場製作桁の搬入と架設が困難なこともあり、橋梁上部工については固定式支保工形

式での現場製作とした。

また、進入路2における既設の床板橋3橋について、大型車両の輪荷重に耐えられないことが明らかとなったことから、補強工事が必要となった。

また、隣接する生態観察池が、水族展示室で飼育する生物(マミズクラゲ等)の餌となるプランクトン採取場として毎日利用されていることに配慮し、池への影響が最小限となるよう、袋詰玉石を積み上げて一部を埋め立て、施工ヤードを確保した。さらに、ヤード面積を最小限とするため、橋梁下部構造の基礎工(場所打ち杭: $\phi 1,500\text{mm}$, $\phi 2,000\text{mm}$)の施工には、大口径にも対応でき、狭小箇所でも施工可能な工法(TBH工法(トップドライブリバース工法))を採用した。

4. 施工

(1) 場所打ち杭

場所打ち杭の施工にあたっての掘削時にTBH工法で吸引できない大きさ($\phi 150\text{mm}$ 以上)の転石が、ある層から多数出現した。事前のボーリング調査からは、このような石の存在を確認できていなかったが、現地状況から、過去の敷地造成時に、ある層に混入されたものと考えられた。対応を検討した結果、ハンマグラブにより石を除去(写真-2)しながら掘削を継続することとし、結果として当初想定以上の日数を要したものの、工法の大きな変更はなく場所打ち杭を施工できた。



写真-2 ハンマグラブによる転石除去(右はTBH機械)

(2) ピンファウンデーション基礎

森の中を回遊するルート of 構造物基礎には、周囲の樹木の伐採を最小限とするため、狭小箇所でも資材運搬や施工が容易で、軟弱地盤にも対応できる「ピンファウンデーション基礎」(NETIS登録実績有り)を採用した。図-5のように地中に埋め込んだ4本の杭により支持力を得る工法であり、全国各地の遊歩道等にも実績がある。この工法では広範囲に多数の杭の打ち込みが必要であるが、現地の地下埋設物に関する情報が不足していたため、試掘を行った結果、一部で近接する建物(生活実験工房)へのライフライン(水道・ガス・電気)が支障となるこ

とが明らかとなった。対応を検討した結果、ライフラインの移設は困難であったため、ルートの変更はせずにピンファウンデーション基礎の位置を変更することで対応した。

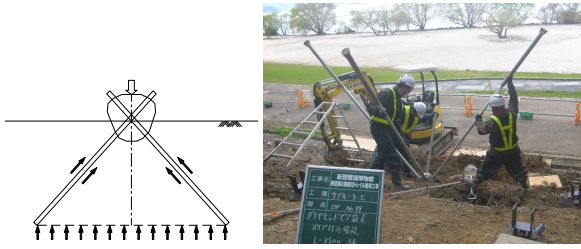


図-5 ピンファウンデーション基礎
(左:基礎部のイメージ 右:基礎部施工状況)

(3) 博物館事業との調整

工事進入路2が、一般来館者の動線と交差していること、道沿いに小学生等の昼食場として利用される屋根付き広場（うみっこ広場）があることから、安全確保のため交通誘導警備員を十分に配置し、さらに週間工程表により博物館関係者へ工事車両の通行日を周知した。

また、工事による騒音と眺望の悪化について、特に影響が大きいレストラン事業者へは事前説明を行ったほか、アトリウムでのコンサート開催日には、工事を休止するなど配慮した。

その他、生態観察池の木製栈橋や、アトリウム前の修景池について、老朽化による見栄えの悪さが以前から課題となっており、既に利用実態も無かったことから、工事で撤去を行った。

異なる興味をもった来館者へアピールするとともに、新たな博物館の価値の創造を目指した。

さらに、はしかけグループ「森人（もりひと）」には、ルート検討の段階から協力をいただいたうえ、森で観察できる動植物の解説板についても協働で作成し設置した。また、樹冠トレイル完成後の来訪者の増加を想定し、森の中の屋外展示見学通路の整備を協働で行った。



写真-3 対岸眺望ポイント



図-6 カヤネズミをモチーフとしたオブジェ
(左:学芸員からの指導を受けた試作品 右:完成品)

5. 連携事業、広報等

(1) 多様な主体との連携

樹冠トレイルの展望デッキからは、琵琶湖だけでなく、対岸の大津市街地や比良山系の山々を眺望できる。この眺望を効果的にアピールするため、草津市と大津市の対岸眺望ポイント整備事業と連携し、展望デッキを対岸眺望ポイント（烏丸半島）に位置づけ、事業のシンボルマークを床板に設置するとともに、眺望の説明パネルを草津市都市計画課と協働して整備した（写真-3）。

また、自然や生き物への関心をもってもらおう新たなきっかけ作りのため、成安造形大学と連携し、森と湖に関するブロンズオブジェ8点を授業の一環として学生に制作・設置いただいた（図-6）。この制作過程において、琵琶湖博物館学芸員から作品テーマとなりそうな動植物等の資料を提供するとともに、それぞれの専門の見地から指導するなどした。また、微小生物をモチーフとした金属製彫刻作品（宇野君平准教授作）の寄託を受け、2年間の期間限定で設置した。これらにより、これまでと

(2) 広報営業活動

樹冠トレイルの認知度向上に資することを目的として、工事中から広報活動に注力することとし、「樹冠トレイル工事日誌」を琵琶湖博物館ホームページに掲載し、公式Facebookからも同時に発信した（図-7）。「工事日誌」では、単なる工事の内容説明に終始せず、森の四季の移ろいや、前述の連携事業なども広報して興味を持ってもらえるよう努めた。さらに、琵琶湖博物館学芸員によるリレー連載企画『湖岸より』（中日新聞）にて、工事に関する記事や、オープン直前の広報のための記事を執筆した。

また、博物館アトリウムの窓ガラス越しに工事現場を見ることができると、来館者から工事内容についての問い合わせが増えることも予想された。そこで、窓ガラスに完成イメージ図を貼り付ける（写真-4）とともに、「樹冠トレイル工事日誌」を案内するパネルを隣に設置し、効果的に周知を図った。

一方、琵琶湖博物館リニューアル事業では、外部資金の調達について財政当局から強く要請されている。この

ため、第2期リニューアル事業には地方創生拠点整備交付金を活用したほか、寄付金の募集にも積極的に取り組んだ。樹冠トレイルに関しては、クラウドファンディング（インターネットを通じて不特定多数の人から資金を集める方法）を琵琶湖博物館として初めて活用し、寄付を募った（図-8）。また、寄付者へのお礼の一つとして、樹冠トレイルに設置した銘板に氏名を表示できる特典（個人では1万円以上の寄付者が対象）を用意し、施設への愛着を持ってもらえるよう工夫した。



図-7 ホームページに掲載した工事日誌



写真-4 アトリウムに設置した完成イメージ図



図-8 クラウドファンディングの画面
(CAMPFIREのホームページより抜粋)

6. さいごに

樹冠トレイルは工期限内に完成し、当初計画通り2018年11月に一般に公開した。公開初日（11月3日）には、オープニングセレモニーが開催され、はしかけグループ「森人（もりひと）」や、ブロンズオブジェを手がけた成安造形大学の学生による見学ツアー等のイベントも行われた。当日は天候にも恵まれ、多くの方にお越しいただき、樹冠トレイルからの琵琶湖の眺望や、間近に見える樹木や生き物の姿に満足される姿が多く見られ、整備の目的は概ね達成できたと考える。また、展望デッキから琵琶湖岸へつながる通路の利用者も多く、屋外へ出かける新たな動線ができたことも、フィールドへの誘いという琵琶湖博物館の理念にも合致し、樹冠トレイル整備の一つの効果といえる。さらに、車椅子やベビーカーで展望デッキまで来られた姿も見られ、多くの方に利用いただける遊歩道となったと考える。

今後は、樹冠トレイルを活用し、来館者数の増加や、来館者の満足度の向上につなげていくことが必要である。そのためには、より一層の認知度向上のための広報活動はもとより、樹冠トレイルを利用した自然環境学習プログラムの充実や、交流イベントの実施等ソフト事業の積極的な展開が求められる。来館者との交流を重視する琵琶湖博物館の特色を活かし、効果的な交流の場として樹冠トレイルが活用され、琵琶湖博物館がさらに発展していくことを願っている。

謝辞： 橋梁の意匠設計にあたり、貴重なご指導やご協力を賜りました松井造船所の松井三男様に深く感謝いたします。

参考文献

- 1) 琵琶湖博物館：新琵琶湖博物館創造ビジョン
- 2) 琵琶湖博物館：新琵琶湖博物館創造基本計画本編
- 3) 琵琶湖博物館：樹冠トレイル基本計画
- 4) 滋賀県教育委員会編：丸子船の復元、琵琶湖博物館開設準備室研究調査報告
- 5) 赤木弘志、野尻保：「丸子船」をモチーフにした樹冠トレイルの空間デザイン、建設コンサルタンツ協会近畿支部第50回研究発表会記念大会

里山広葉樹林の活用・再生に向けて

櫻井 知¹・木下 尚法²

¹林野庁 近畿中国森林管理局 森林整備部 技術普及課 (〒530-0042大阪府大阪市北区天満橋1-8-75)

²林野庁 近畿中国森林管理局 森林整備部 資源活用課 (〒530-0042大阪府大阪市北区天満橋1-8-75)

近畿中国森林管理局では、里山林を有効に活用し再生するモデルを構築することを目的として、里山広葉樹林活用・再生プロジェクトに取り組んでいる。2017年度に伐採材積率5割で行った76年生の里山林での素材生産事業では、広葉樹材の販売単価はスギと同等以上であったが、作業効率が悪く経費が高くなり、収支は赤字であった。また、伐採1年後の天然更新状況の調査の結果、萌芽枝や稚樹の発生状況は樹種によって異なるものの総量としてはある程度の量が確認された。今後は、天然更新の成否を注視しつつ、生産コストの削減と販売単価や総額を高めるための検討を進めていく。

キーワード 里山広葉樹林、ナラ枯れ、コナラ、アベマキ、木材利用、天然更新

1. 里山広葉樹林をとりまく状況

人里の近くにある、生活に結びついた山や森林を「里山」という。かつての里山は、薪炭の採取、肥料や家畜飼料としての落葉及び草の採取、しいたけ原木の採取など、集落の人たちが利用することでその姿が健全に維持されてきた。近畿中国森林管理局が管轄する近畿中国地方における代表的な里山の森林としては、コナラやクヌギなどの薪炭林がある。コナラなどの薪炭林は、長くて20～30年程度の間隔で伐採し、その切株や木の根元から伸びた枝を育てて森林を再生させる「萌芽更新(ぼうがこうしん)」を繰り返すことにより、幹の直径が比較的細く、樹高も低い株立ちした木からなる森林であった。

しかし、戦後の燃料革命によって石油などの化石燃料が主流となる中、薪炭の需要が激減し、薪炭林のほとんどは利用されず放置されるようになった。その結果、かつての薪炭林の多くは、幹の直径が太く、樹高も高いコナラなどの森林に変化している¹⁾。(図-1)

これは、資源利用の観点からみると、薪やバイオマス発電用のチップといった燃料、しいたけ原木としての利用だけではなく、製材として利用できるサイズに育ってきているということになる。

一方、近年、コナラ、シイ及びカシなどの広葉樹が集団で枯れる「ナラ枯れ」の被害が、近畿中国地方でも拡大しており、2017年度には奈良県で全国最大の被害量が発生するなど被害は甚大である。このナラ枯れは、病原菌による伝染病であり、それを媒介している「カシノナガキクイムシ」は小径木よりも大径木を好み、直径30cm前後の大径木からは数万匹もの成虫が飛び出すことから、翌年には周囲に枯死木が大量に発生する²⁾。このため、大径木化したコナラ等の里山広葉樹を伐採し若い森林に戻すことが、ナラ枯れ被害対策の観点からも重要であると考えられている。

また、家具や建物の内装に用いられている広葉樹材は、これまで多く用いられてきた外国産広葉樹材が、生産国における違法伐採対策による伐採量の制限や資源的制約、為替相場による価格高騰によって入手が困難な状況になってきており、代替する木材の確保が急務となっている。加えて、2017年に施行された「合法伐採木材等の流通及び利用の促進に関する法律」(通称「クリーンウッド法」)では、民間事業者に対しても合法的に伐採された木材の利用に努めることが求められており、合法性が確認できる国産広葉樹材への期待が高まっている。

コナラなどの里山広葉樹材の活用、特に、広葉樹材の製材としての利用が進めば、これらの課題に効果的に対応することができる。しかし、近畿中国地方では、里山広葉樹材の製材利用はほとんど行われておらず、流通もほとんどないことから、採算性に関する情報が乏しい。また、森林の多面的な機能の発揮や持続可能な利用のためには、伐採後に森林を確実に再生させる必要があるが、高齢のコナラ属の萌芽更新には未知の部分があり、効果的・効率的な森林の再生方法の検討も必要である。そこで、近畿中国森林管理局では、森林を保有し、自ら事業発注を行っている国有林野事業の特性を活かしてこれらの検討に取り組むこととし、2017年度に「里山広葉樹林活用・再生プロジェクト」を始動させた。

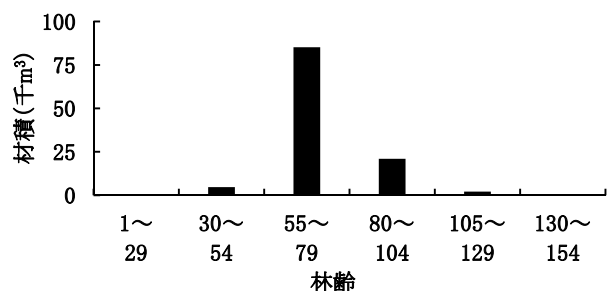


図-1 管内国有林における里山林の林齢構成

2. プロジェクトの取組内容

プロジェクトでは、まず、2017年度に、岡山県新見市内の76年生の里山林(釜谷国有林597り林小班) 4.89haを抜き伐りし、素材(丸太)の生産を行った。この森林は、アカマツ、コナラ及びアベマキが優占する針広混交の二次林であり、中国地方では一般的な里山林である。生産した素材は、同市内の木材市場で販売を行った。

2018年度からは、岡山大学との共同により、落葉広葉樹の有効活用を図ることを目的として、素材のニーズや採算性について分析・検証するとともに、天然更新に関する知見を得るための技術開発試験を進めている。

また、広葉樹材のバリューチェーンが途切れている現状においては、2017年度の一度だけの素材生産・販売では、里山広葉樹材の安定的な需要を生み出すことは困難と考え、数年の間、継続的に里山林を伐採し、素材を販売することとしている。

3. 技術開発試験の調査内容

プロジェクトの一環として行っている技術開発試験の調査内容は次のとおりである。(図-2)

(1)素材のニーズや採算性についての分析・検証

里山林において広葉樹の素材を生産し、販売することにより、木材としてのニーズや取引価格等を把握する。また、広葉樹の伐採・搬出、重機による地表処理等の経費を把握し、採算性等について分析・検証を行う。

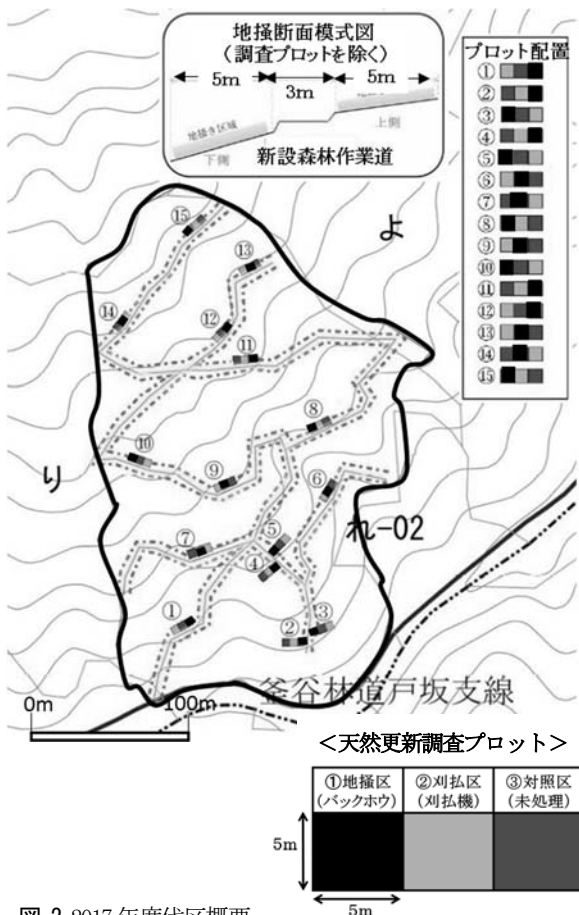


図-2 2017年度伐区概要

(2)萌芽及び天然下種による天然更新に関する知見取得

伐採後の里山林の再生は、植栽ではなく天然更新で行うことがコスト上有利となる。しかしながら、コナラは一般的に樹齢が高くなると萌芽更新しづらくなると言われている。また、当該地域は林床にササが繁茂しており、それが稚樹の発生・生育を阻害する可能性がある。天然更新を確実にを行うことができるのかを検証することを目的として、2017年度伐採跡地において、岡山大学の協力を得て、次の調査を実施する。

a)萌芽及び稚樹発生状況の把握

重機によりササや草木の根を剥ぐ①地掻区、刈払機により地上部ササや草木を刈り払う②刈払区、何も処理を行わない③対照区を各15プロット(5m×5m)設置し、各プロット内に標準地(1m×1m)を2箇所ずつ設定。樹種、本数、樹高等を調査する。

また、林内での定点撮影及び相対照度調査を経年的に実施する。

b)林冠等の経年変化の把握

マルチコプターにより、上空から林冠を撮影、オルソ画像化して経年変化を検証する。

4. これまでの成果

2017年度に行った素材生産やその伐採跡地での天然更新の状況に関して、次のことが分かった。

(1)素材のニーズや採算性についての分析・検証

a)事前調査(広葉樹材の供給体制)

岡山県北部の木材市場と材木店等を対象に事前調査を行ったところ、木材市場での広葉樹材の取り扱量は全体の1%未満であり、材木店等は岡山県外から製材品等を購入しているなど、岡山県内には広葉樹製品が継続的に生産できるほどの広葉樹材の供給体制が確立されていないことが分かった。

b)素材の生産

伐採する樹木の選木については、ベルトトランセクト調査結果を基に、広葉樹については原則として胸高直径38cm以上、アカマツについては一般材として販売可能であるものを全て伐採することとした。(図-3)この結果、伐採材積率は、5割となった。

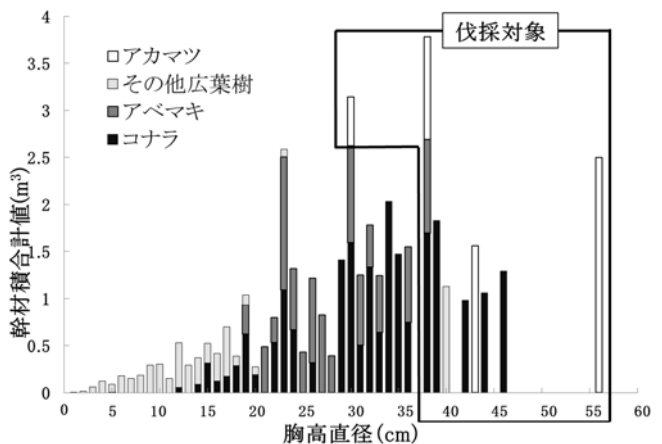


図-3 2017年度伐区樹種別胸高直径の分布

素材生産は、民間林業会社への請負事業により実施した。下種更新に必要となる堅果の落下時期を考慮し、アカマツの伐採を10月上旬から先行し、広葉樹の伐採は、10月下旬から11月下旬にかけて行った。森林作業道1,261mを新設し、車両系での搬出を行った。生産された素材量は、コナラ147m³、アベマキ59m³、それ以外の広葉樹60m³、アカマツ190m³であった。(表1)

c) 市場での販売結果

生産した素材は、伐採地から17kmの距離にある津山総合木材市場新見支店において、アカマツは2017年11月、広葉樹は2018年1月に販売(市売)した。(図-4)

広葉樹について、樹種別の平均単価(税抜、以下同じ)は、8,224~15,795円/m³で、買受者は主に県外者であった。高価で取引された素材の用途は、薪、製紙用チップ、建築材等であった。(表2)

割合の大きいコナラ及びアベマキについて、径級による単価等の傾向を分析したところ、コナラは末口径30cm以上になると単価が上がり、床板や建具等用として購入されていることが分かった。一方、アベマキについては、末口径が25cm以上になると単価が低下することが分かった。(図-5) これは、径級が大きくなりすぎると薪として扱いにくいためであると考えられる。

表-1 樹種別素材生産量

樹種	素材本数(本)	素材材積(m ³)
コナラ	873	147
アベマキ	440	59
クリ	85	12
サクラ	7	1
その他広葉樹	568	47
アカマツ	745	190
計	2,718	455

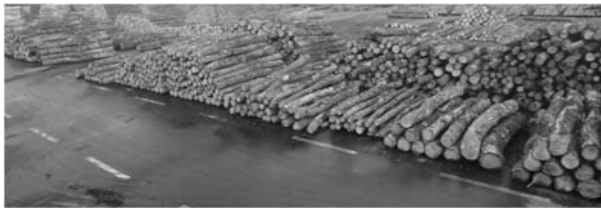


図-4 市売時に積積した素材

表-2 樹種別の平均単価, 買受者等

樹種	平均単価(円/m ³)	最高単価(円/m ³)	最高単価の用途	主な買受者
コナラ	11,433	25,000	建具	大阪, 兵庫, 島根
アベマキ	10,758	12,500	ピザ用薪	大阪, 鳥取
クリ	13,925	30,000	土台, 柱	鳥取, 島根, 岡山
サクラ	15,795	25,000	工芸品用	島根, 広島
ホオノキ	8,224	9,000	製紙	鳥取
その他の広葉樹	10,409	12,000	薪	大阪, 鳥取, 広島

今回販売した広葉樹の9割が、薪や製紙用のチップ用として購入されたが、平均販売単価は11,224円/m³であり、スギ中丸太と比べて遜色のない価格であった。

d) 事業収支

今回の事業(アカマツを含む)における支出(素材の生産経費と販売経費)は、約970万円であった。それに対して、素材売上は、約590万円であった。素材1m³あたりでは、支出21,300円に対して、収入13,045円であり、8,254円の赤字となる。(図-6) 素材売上は、スギと同等以上であったが、素材生産経費が19,642円/m³と車両系での搬出による経費としては高コストとなった。これは、前述の天然更新等の調査プロットの設置のために通常よりも地権経費が掛かり増しになったことも一因であるが、針葉樹よりも枝張りがある広葉樹を抜き伐りしたため、かかり木が多く発生したこと、伐らなかった木や伐採によって発生した大量の枝条が集材・搬出の支障となったこと、造材を全てチェーンソーで行ったことなど、作業効率が悪くなったことが要因であると考えられる。

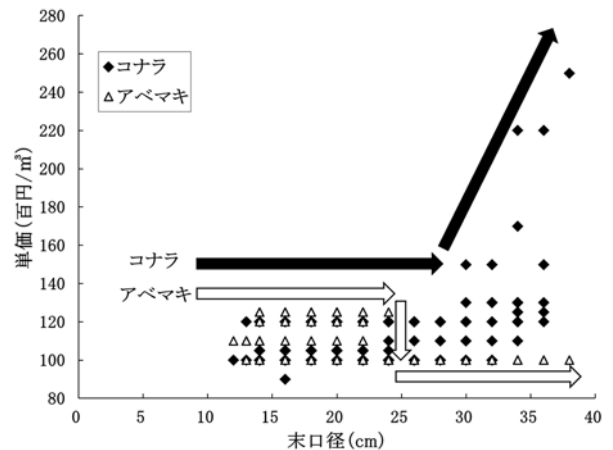


図-5 樹種別・末口径別販売単価

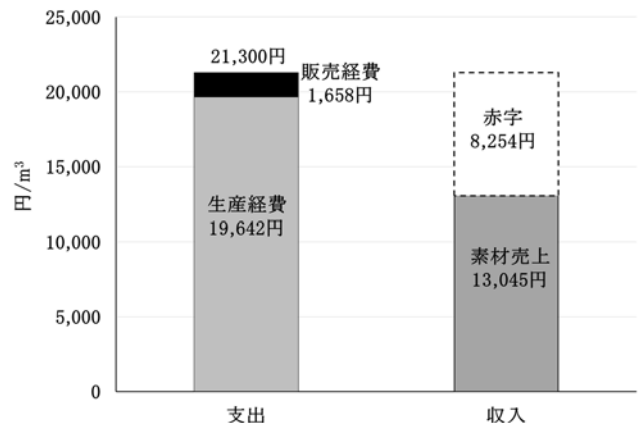


図-6 事業収支(1m³あたり)

(2) 萌芽及び天然下種による天然更新に関する知見取得

a) 伐採前後の林内相対照度の変化

伐採前の林内相対照度は、ササの上部で3.1~9.6% (平均5.9%)、ササの下部で0.4~3.3% (平均1.5%) と極めて低かった。コナラの稚樹が生存するためには、少なくとも相対照度10%以上の陽光量が必要と言われており²⁾、伐採前の光環境ではコナラの稚樹の生育は見込めなかったと考えられる。

伐採後の林内相対照度は、ササの上部で19.1~91.8% (平均63.2%)、ササの下部で7.5~13.5% (平均10.2%) であり、ササが繁茂している箇所では、コナラの稚樹にとって光環境の改善が十分であったとは言えない。

b) 萌芽更新

伐採前の主要樹種であるアベマキ、コナラ、クヌギ及びクリの切株からの萌芽枝の発生状況を伐採から約1年後(2018年10月)に調査したところ、アベマキ及びクヌギについては、7割以上の切株において萌芽枝が発生していたのに対して、クリについては5割、コナラについては2割の切株での発生に留まり、樹種によって差が見られた。(表-3)

c) 天然下種更新

①地掻区、②刈払区及び③対照区の各15プロット内に2箇所ずつ設置した各30標準地のうち、林床処理の区別が不明瞭であった4標準地を除く26標準地を対象として、伐採から約1年後(2018年10月)に稚樹の発生状況を調査したところ、稚樹の発生密度は、①地掻区で79,230本/ha、②刈払区で25,000本/ha、③対照区で15,769本/haであった。樹種別では、アカマツ及びコナラは①地掻区で最も多く発生したのに対して、アベマキは②刈払区でのみ稚樹が発生した。(表-4)

表-3 主要樹種における萌芽枝発生割合

樹種	切株数(切株率%)				合計切株数
	萌芽枝あり		萌芽枝なし		
コナラ	14	(19.7)	57	(80.3)	71
アベマキ	33	(76.7)	10	(23.3)	43
クヌギ	6	(75.0)	2	(25.0)	8
クリ	3	(50.0)	3	(50.0)	6

表-4 林床処理別の稚樹の出現本数と出現密度(本/ha)

樹種	林床処理					
	①地掻区		②刈払区		③対照区	
アカマツ	19	7,307	4	1,538	2	769
コナラ	14	5,384	8	3,076	5	1,923
アベマキ	0	0	6	2,307	0	0
その他	173	66,538	47	18,076	34	13,076
計	206	79,230	65	25,000	41	15,769

※その他には、高木性の樹種以外を含む。

5. 考察

(1) 素材のニーズや採算性

2017年度の結果を踏まえると、採算性を高めるためには、素材生産の効率を高めること及び素材販売単価や総額を高めることが必要となる。

a) 素材生産の効率化

2017年度の伐採は、伐採材積率5割の抜き伐りで行ったが、抜き伐りとしたことや残存木が多かったことで作業が非効率になったことから、伐採手法を再検討する必要がある。例えば、伐採材積率の高い抜き伐り、帯状伐採、皆伐といったことが考えられる。2019年度については、このうち、伐採材積率の高い抜き伐り(伐採材積率6割)と帯状伐採を試行することとした。

(図-7) また、伐採によって発生する枝条についても、作業の支障とならないよう、搬出しチップ用材として販売する方向で検討している。

b) 素材販売単価及び売上総額の向上

主に薪や製紙用チップとして購入された2017年度以上の素材販売単価を期待するためには、製材用等より付加価値の高い需要先への販売が必要となる。

例えば、クリについては、平均的な硬さや粘り、水に強く耐久性に優れ、暴れや割れが少ないなどの特性があり、建築材や土台といった用途として需要がある³⁾。2017年度の市売においても、最高単価(30,000円/m³)がかったのがクリであった。

コナラについては、堅くて粘りがあるものの、乾燥時に割れが入りやすく暴れるため³⁾、扱いやすい材ではないが、近年、乾燥・製材技術の向上や国産材を売りにする住宅メーカーの戦略もあり、フローリングとして活用されるようになってきている。2017年度の市売においても、末口径30cm以上のものについては、多くが床材や建具として購入され、12,000~25,000円/m³の単価がついている。

一方アベマキについては、コナラと同様の特性があり、以前は樹皮のコルク層の部分がコルクとして多用されたが、材としてはあまり利用されていない³⁾。木目は重厚で美しいことから額縁用の材として利用されるとの情報を得ている。

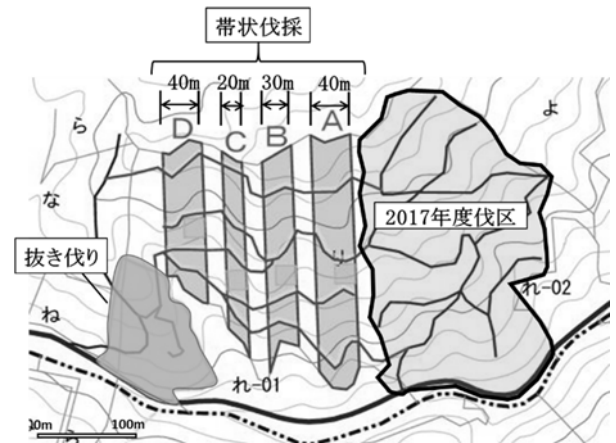


図-7 2019年度伐採計画

このように、現状では、樹種によって需要の大小はあるものの、販売単価を上げるためには、材を必要としている者や乾燥が難しい材を乾燥・製材することができる製材業者に対して、木材販売情報が行き渡るようにすることが重要であると考えられる。

また、特にアベマキのように現状において需要が小さい樹種については、木材産業界や消費者に存在自体が知られていないため、サンプル製品を製作し、実際に見てもらふことも有効であると考えられる。

(2) 伐採後の天然更新

萌芽更新については、伐採1年後の時点では、アベマキ及びクヌギについては、樹齢が高くても萌芽枝の発生にそれほど大きな影響がないことが示唆された。一方で、コナラについては、切株の2割でしか萌芽枝が発生しておらず、既往の報告（40年生以上のコナラ林で3割⁴⁾、64年生のコナラ林で2割⁵⁾）と同様の結果であり、萌芽による更新は期待できないことが示唆された。

天然下種更新については、伐採1年後の時点では、ササの処理を行わなかった対照区においても、15,000本/ha以上の稚樹が発生しているが、抜き伐りにより林内の光環境が改善したことにより、今後、ササの勢力がさらに増すことも考えられることから、稚樹や萌芽枝がササの背丈を超えるまでは観察を続ける必要がある。

なお、近畿中国森林管理局の規定における天然更新完了基準は、伐採5年後の時点で、樹高60cm程度以上の有用天然木の幼稚樹（萌芽枝を含む）が概ね5,000本/ha以上又は樹高30cm程度以上のものが概ね10,000本/ha以上である。

また、コナラ属の結実量は、年により大きな豊凶があることが知られており、堅果の落下量によって稚樹の発生状況は異なると考えられることから、今後、得られた成果を一般化するためには、当該地域での堅果の豊凶の傾向も把握し、それを加味して分析を行う必要がある。

6. おわりに

里山林を活用しようという動きは、各地で始まっている。例えば、岐阜県飛騨市では、2015年度に同市と民間企業の出資による株式会社を設立し、小径の広葉樹材を家具等の用材に活用する事業を展開している⁶⁾。また、滋賀県東近江市では、同市内の永源寺森林組合が、広葉

樹林を抜き伐りし素材を生産、直売市の開催なども行っている⁶⁾。どちらの取組においても、まだ森林所有者の所得向上に寄与することには至っていないようであるが、地域の製材所や木工所等に材が供給されることにより、地域でのお金の循環が生まれている。

我が国の里山林は、日本の森林面積の3割程度を占めると推測されている¹⁾。これらを資源として有効に利用しつつ維持することは、地域の景観保全や活性化の面からも意義が大きいといえる。

民有林を含めて広葉樹材が安定的に供給されるようになるためには、森林所有者に還元できる程度の採算性が必要であり、近畿中国森林管理局における取組は始まったばかりであるが、今後も、伐採後の天然更新の成否を注視しつつ、採算性を高めるための検討を進めてまいりたい。

謝辞：天然更新の調査については、岡山大学農学部の坂本圭児教授、三木直子准教授をはじめ緑地生態学研究室の皆様にご協力いただいた。厚くお礼申し上げます。また、いつも熱心に楽しみながら取り組んでいる近畿中国森林管理局の里山広葉樹林活用・再生プロジェクトのメンバーにも敬意を表する。

参考文献

- 1) 国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所：里山に入る前に考えること-行政およびボランティア等による整備活動のために（第3刷）
- 2) 橋詰隼人ら：二次林の再生過程に関する研究（I）コナラ二次林における稚樹の成立状態と生長について
- 3) 河野寿昌ら：増補改訂【原色】木材加工面がわかる樹種辞典
- 4) 松本薫ら：40年生以上放置されたコナラ主体の雑木林における萌芽更新
- 5) 伊東宏樹：前回の萌芽更新から64年を経過したコナラ二次林の萌芽試験
- 6) 国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所・東近江市：広葉樹の利用と森林再生についてのワークショップと現地検討会 in 東近江 要旨集

広報の新たな展開(ダムツーリズムへの取組)

西澤 貴之¹・金森 幸治²

¹(独)水資源機構川上ダム建設所 経理課 (〒518-0294 三重県伊賀市阿保 251)

²(独)水資源機構財務部資金課 課長補佐(前 川上ダム建設所 経理課長)(〒330-6008 埼玉県さいたま市中央区新都心 11-2)

川上ダム建設所では、2017年9月にダム本体工事を契約、建設事業はこれから最盛期を迎える。

この事業進捗の中、川上ダムにおける大きな広報手段である「川上ダム通信」について、これまでの毎月の事業報告的な内容から、本体工事における事業予定等をどのように伝えるべきか。また、先例地ダムにおける積極的な広報の展開を参考に、今の川上ダムには何ができ、何をしなければいけないのか。

これまでに実施した取組、特に2018年6月22日に実施した「川上ダム見学ツアー」受け入れでの広報活動を振り返りつつ、今後の広報のあり方を考査する。

キーワード：川上ダム通信、ダムツーリズム、手作り広報、新たな広報戦略、参加者の声

1. はじめに

川上ダム建設事業は、2017年9月にダム本体工事の契約を締結、2018年9月2日には本体工事起工式を実施した。2019年3月には基礎掘削が完了、同年5月時点では基礎処理に取り掛かっており、2022年度末のダム完成に向けて、これから工事は最盛期を迎えるところである。

そして近年、インフラツーリズムという言葉が話題となっている。国土交通省でも2016年1月22日にインフラツーリズムポータルサイトを開設、管理者主体で実施する現場見学のみならず民間ツアー会社と連携したダムツアーを実施している。また、ダムの工事現場も活用して完成前から観光資源としての効用を発現できるようにダムのツーリズムを推進しており、例えば八ッ場ダムにおける観光プロジェクト「やんばツアーズ」は既にインフラツーリズムとして一定の地位を獲得している。

2. 川上ダムの広報

1. で述べたとおり、川上ダム建設所(以下「建設所」という。)は本体工事の施工中である。これまでも建設所においては、広報誌「川上ダム通信」の発行、地域の方々を対象とする出前講座や施設見学会の実施、地域イベントへの出展協力等様々な広報活動に取り組んできたところ

であるが、工事現場が盛んに動き、ダム完成に向けて進んでいるこの時期しか出来ない広報戦略を検討・実現していく必要がある。

また、工事は日々進捗し、風景はめまぐるしく変容していく。その刹那性は、観光地としては「今だけの光景・体験」の限定感という魅力になる反面、広報を展開する側にとっては時間的制約となる。

例えば一昨年、2017年10月に地域の小学校を対象とした出前講座及び施設見学会では、仮排水路トンネル内部を歩くという内容の見学を実施した。しかし、2018年4月4日には前深瀬川の流れをトンネルに迂回させる転流を行っており、以降はその状況を踏まえた新たな広報を早期に検証することが必要となった。

(1) 川上ダム通信

川上ダム通信は、2005年5月より建設所において毎月発行している広報誌であり、2019年5月時点で165号を発行している。地域住民や関係者の方々に事業に対する理解をより深めて頂くこと、地域の方々と交流を深め、ダムを身近に感じて頂くことを目的としている。

これまでの主な記事内容は、事業に関する話題、地域イベント等への参加報告、安全協議会など事務所行事の紹介といったものであり、定例報告的色合いが強かった。

建設事業が本格化したことを受け、更に積極的な広報展開の必要性を鑑み、所内検討の結果、毎月の連載記事

として、「川上ダムいま ~Construction Report~」の掲載を開始した。当連載の趣旨は毎月、本体工事の進捗状況を継続的にお知らせすることで、簡潔な説明と写真をメインに「わかりやすさ」を重視するとともに、連載形式をとることで工事の進捗を追えるようにしている。

例えば昨年7月号の記事(画像-1)では、一般見学者向けの展望所がダムサイト右岸天端に建設中であることを紹介した。この記事では、現況の紹介とともに今後の一般開放をホームページ等で案内する旨を予告し、来月以降のダム通信や他媒体を見てもらう狙いがある。

そして記事下段では本体工事の進捗状況を紹介し、現在どの工程段階にあるのかわかりやすく明示している。



(画像-1)川上ダム通信平成30年7月号 記事抜粋

(2)ダムカード

建設所では本体工事契約間近にダム完成イメージ図を載せたダムカードを作成、2017年7月11日に配布を開始している。配布開始日には記念として、一般の方を対象にダム建設予定地見学会を開催、また伊賀市からは忍者キャラクター「にん太」と「しのぶ」を建設所に派遣いただき、第1号配布者との記念撮影や、事前の連絡なしにカードを求めて岡本伊賀市長が来所されるなど大賑わいの配布開始となった。

配布開始から1年で約2,400枚が配布されており、ダムカード自体の人気もあって広報に貢献しているが、更なる話題性の獲得、工事中のダムならではの独自性を発揮するための取り組みを実施した。

a) 忍者ダムカード

地域との連携をさらに強化するため、建設所のダムカード配布開始一周年を記念して、川上ダムの利水者であり2017年2月22日に「忍者市」宣言をした伊賀市との

提携で、伊賀流忍者ロゴのシールを貼り付けた忍者ダムカード(画像-2)を作成した。忍者ダムカードは2018年8月1日(水の日)より一般配布を開始している。

配布初日には伊賀市及び名張市のタウン紙「YOU」が取材のために訪れ、第一号配布者へ忍者ダムカードを渡す様子を撮影し、同日記事がネット配信された。¹⁾



(画像-2) 忍者ダムカード(左下にシール貼付)

b) 転流 Ver. ダムカード

2018年11月より、転流の様子を掲載した非公式のダムカード「転流 Ver. ダムカード」(画像-3)の配布を開始した。変わりゆくダムの様子、工事の進捗状況を伝えるために建設所が独自に作成したカードであり、配布開始後、2019年3月までの5ヶ月で2,000部を配布した。今後も工事進捗の状況を反映したダムカードの配布を検討している。



(画像-3) 転流 Ver. ダムカード

3. 手作りの広報活動

建設所では川上ダム建設事業や周辺地域に関連した数多くの広報グッズを自作しており、各種イベントで披露されている。費用の節減はもとより、建設所員自らが発案・制作することにより、わかりやすく魅力的に伝えるという広報活動において最重要な技術を高めることに資する。また、広報グッズの製作を通じて、自身が携わっている事業への理解を深める働きもある。

以下、製作した作品のうち4点を紹介する。

(1)川上ダムオリジナルスタンプ

ダム貯水池上下流に生息するオオサンショウウオ等の生き物や、伊賀忍者をモチーフにした手裏剣、ダム堤体等スタンプを製作し、ダム見学や各種イベントの記念スタンプとした。実例として、2018年7月15日に地域の夏まつりにブース出展をした際には、川上ダムに関するクイズやアンケートに回答頂いた子どもたちを対象として、パネルにスタンプを押してもらった。(写真-1)



(写真-1) 夏まつりで皆様が押したスタンプ

(2) SNSパネル

近年観光地でも目にする機会の増えた、SNS(ソーシャルネットワークサービス)の投稿画面をモチーフとして写真の部分がり抜きかれたパネルを、ダムカードを模して作成した。ダム現場を背景に「実写版」ダムカードを自作してもらうことをイメージしている。(写真-2)



(写真-2) SNSパネル 現場での記念撮影イメージ

(3)川上ダムペーパークラフト(1/1500スケール)

「一足先にまだ見ぬ川上ダムを皆様の手で建設する」という触れ込みで各種イベント等や川上ダムホームページ上での配布を行っている。作りやすさも考え、細部の簡略化やダムに付属する構造物のパーツの縮尺変更、説明書の添付といった配慮がされている。

また、貯水池横断橋の猫また大橋を模した部分にはダムカードを飾れる設計となっている。(写真-3)



(写真-3) 川上ダムペーパークラフト 完成版

(4)川上ダムのぼり

各種イベントや式典、見学案内に際して各所に設置し、雰囲気作りや行事に華やかさを添えるとともに、道案内の目印としてわかりやすく、見栄えの良い看板としての役目を果たしている。(写真-4)



(写真-4) 川上ダムのぼり

4. ダムツーリズムの開拓

(1)ダムツーリズム開拓に向けて

本体工事契約を受け、建設所では広報の新たな展開としてダムツーリズムの検討が開始された。地元自治体や旅行会社、観光関連団体に情報を発信する中、2018年1月に当機構の高山ダム、布目ダム、室生ダムの3ダムを巡るツアーの企画・立案の実績を有する公益社団法人奈良市観光協会(以下「観光協会」という。)に対してダムツアーにおける川上ダム来訪を提案することにした。

2. で述べたとおり、建設事業における広報は時間の制約もあり、早期の検討を必要とする。ダムツアーの実績を有し、関心度も高い観光協会と協力することで、早期に、かつ円滑にダムツーリズムに係る試みを実行することが可能と考えた。

以下、実践例として、2018年6月22日の観光協会主催のダムツアー、『萩原雅紀さんと巡る「須川ダム、川上ダム周遊ツアー」』の受け入れに係る取組を報告する。

(2) ツアー概要

ダムツアーは、ダムに関する著書があり講演も多数実施している、いわゆる”ダムファン”の先駆的存在として知られる萩原雅紀氏をナビゲーターとして、主にダムファンを対象に催された。なお、同氏は前述した高山、布目、室生の3ダムを巡るツアーにおいてもナビゲーターとして案内を務めている。

観光協会のツアー募集において川上ダムは、本格的な建設工事がはじまったところで、これから景色が変わってゆくため今しか見られない景色を見られることを魅力的なポイントとして紹介して頂いた。

(3) ツアー内容

特に、ツアー募集において魅力として取り上げられた「今しか見られない」ものを抜粋して紹介する。

a) 調査横坑案内

ダムサイトの地質を把握するために掘られた調査横坑の内部を見学ルートとして案内、更に実体験として岩盤検査用ハンマーで横坑内の岩盤を叩いて頂き、採取した岩盤をプレゼントした。横坑はツアーの3ヶ月後、2018年9月の基礎掘削開始時には閉鎖される工事中の今しか入ることが出来ない場所であり、限定感のある現場見学を提供できた。

採取した岩盤をプレゼントする際には、日付、そして調査横坑の場所やダムサイトを構成する基盤岩の紹介をラベリングとして施したボトル(写真-5)を用意する等の見栄え面の工夫を凝らした。これも、3.で紹介した「手作りの広報活動」の一環である。



(写真-5) プレゼントした岩盤入りボトル

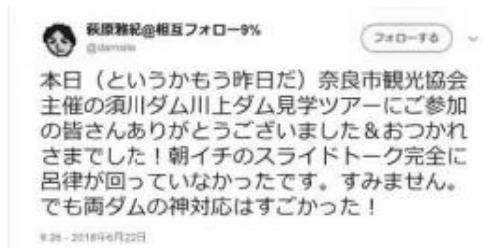
b) 上流仮締切の見学

普段入ることのできない工事現場の内部、上流仮締切のコンクリート打設状況を案内した。勿論、こちらも完成前のこの時期にしか入ることのできない場所である。現場の作業員さながら実際にキャットウォークの上を歩いてもらいつつ、施工技術等に関する説明を行った。

5. 考査

(1) ダムツアーの感想

ダムツアーのナビゲーターである萩原雅紀氏からは、Twitter上で「神対応」とのコメントを頂いた(画像-3)



(画像-3) 萩原雅紀氏の感想ツイート²⁾

また、ツアー参加者を対象としたアンケートにおいても、建設中のダムということだけでなく、一般に見学できないコースを組み入れたことが評価されており、調査横坑の見学や現場体験がツアー参加の決め手という意見もあった。今後も、建設事業中ならではの期間限定の「特別感のある」コースの案内は積極的に検討していく必要がある。一方で見学時間については「時間が短かった」という意見が過半数を占めた。円滑な案内や、消化不良感を残さないための案内行程の検討が必要と思料される。

(2) 今後の広報活動-「報じる」から「報える」に-

今日、広報が業務として定着し、効果的な発信手法の考案や建設所一丸の体制作りといった、「報じる」取組については検討が進んできたといえる。一方で、取組に対する相手の反応、アンケート結果等については形式的な数字の集約等に留まり、相手の声に「報える」取組はあまり進んでいないのではないかと。今回のツアーにおいても、「(座学の)事業概要説明は不要なのでもっと現場を見たい」という意見など、事業者の目線からは予想できない声を頂くことがあった。このアンケート結果や他媒体の調査から、自主的にダムに来訪する方の多くは、巨大構造物の建設風景や珍しい体験、非日常的感を期待していることが考えられる。これまで上述の「事業概要説明は不要、現場を見たい」のような、建設事業や川上ダムの機能、必要性を理解してもらうという広報の目的に合致しないと思われる意見は検討されず、単に面白いだけでは広報活動としては不十分と考えられてきた。

しかし本論では、「好きだから、知りたくなる」という考えを提唱する。普段の生活や趣味の中で深く知りたいと思う切っ掛けは純粋な興味、「面白い」「魅力的」といった素朴なプラスの感情ではないか。

ダムツアーの参加者等、事業関係者以外を対象とした

新たな広報戦略として、相手のニーズに対応し、直感的な興味を持ってもらえる取組を重点的に検討することは、決して広報活動の趣旨に反しないと考える。

そして、事業者は、「面白かった」の一步先へ踏み入れてもらうための事業説明、川上ダムの意義やこれまでの物語、ダムの専門家ならではのと思わせる説明を行うことで、単なる「面白かった」を超えた感動の提供、そして興味に裏打ちされた強い理解を頂けることになる。

6. おわりに（現在の広報展開について）

建設事業における広報は早期の検討・実現が必要であり、建設所では地元機関との協力による休日におけるダムカード配布場所の新規開拓やダムツアーの継続的な受け入れや定期的な事業説明会等の自主的な取組を進めている。

最後に実例として、2018年12月より実施している工事現場見学会の取組を紹介する。月1回、原則第3日曜日の午前・午後の2回実施しており、ダムサイト右岸天端の展望台からの光景や、通常立ち入りできない工事現場内部の見学をコンセプトにしている。

これまで本稿で記した手法・考査内容がどのように反映されているかを述べ、現時点の成果報告とする。

(1)「今だけ」の魅力を

工事現場の変容に併せて毎月の見学内容を各回の担当者が行程を作成し、「今だけ」しか見られない現場の見所をメインとした案内を実施している。また、案内マニュアルは有るものの、案内は各担当者の自主性に委ねており、職員の業務スキルアップも兼ね、業務内容や専門分野に応じて担当者が熱意や魅力をもって「伝えたい」内容に重点をおいた見学内容にしている。

(2)「今回限り」の特別感を

見学会に参加し、かつ実施後のアンケートに回答いただいた方を対象に記念品として参加証明書（画像-4）を配布している。証明書には毎回変更を加えており、表面には直近に撮影した現場の定点写真や当該見学会で目玉スポットとした場所等の写真を添付、裏面には工事の進捗状況が一目で分かる表を掲載している。工事が日々進捗し風景が変容していること、そして、今回ご覧になった景色は「今回限り」の風景であることを示している。右下には見学日も印字し、今回限りの特別感を演出している。なお、証明書は各回の担当者による手作りである。

その他、本稿執筆時点における「特別感」のある催しとしては、メモリアルストーン作成（写真-6）がある。ダムの原料となる骨材にメッセージを書き込んでもらい、骨材仮置ヤードに納めてもらう。その際には、メッセージを書き込んだ骨材が、ダム建設の礎となるという説明をしている。



(画像-4 参加証明書 5月19日見学会で配布)



(写真-6 川上ダムメモリアルストーン)

(3)「報える」見学会に

本体工事の進捗・変化を楽しみに訪れる「リピーター」の獲得に成功し、ツアーでは毎回満員御礼の盛況を得ている。アンケートの回答結果では、工事現場を見学できることの珍しさやスケール感、職員の自主的な案内を評価する意見が多く、現場見学会の目的は達成しているといえる。

また、アンケートで頂いた声に「報える」取組も進めている。一例としては午前中の見学会時に寄せられた「骨材プラントを見学したい」との意見を反映し、午後の見学コースに取り入れる等の取組を実行している。

今後とも、積極的な広報展開を進めるとともに、アンケートの分析等、相手の声に「報える」活動を更に検討していくことで新たな広報が開拓できると考える。

参考

1)伊賀タウン情報YOU.2018年8月1日.伊賀流忍者ロゴ入り
カード 配布始まる 伊賀市川上ダム

<https://www.iga-younet.co.jp/2018/08/01/8361/>

2)萩原雅紀@相互フォロー9%.2018年6月23日.本日(という
かもう昨日だ)奈良市観光協会主催の須川ダム川上ダム見学ツ
アーにご参加の皆さんありがとうございました&おつかれさま
でした!朝イチのスライドトーク完全に呂律が回っていなかつ
たです。すみません。でも両ダムの神対応はすごかった!

[Twitter post].Retrieved from

<https://twitter.com/damsite/status/1010182175461818370>

飛鳥地域の広域観光促進のための取り組み

軽石 紗貴

近畿地方整備局 大和川河川事務所 工務課 (〒583-0001大阪府藤井寺市川北3丁目8番33号)

奈良県飛鳥地域は、592年から710年まで日本の宮都が置かれていた地域である。飛鳥地域に蓄積されてきた数多くの歴史的遺産は、文化財として保存されるのみならず、地域の主要な観光資源として活用されている。飛鳥地域では、近隣の3市町村（橿原市、明日香村、高取町）と国営飛鳥歴史公園事務所が、地域の主要な観光事業者とも連携して、「飛鳥」の広域観光促進のための取り組みを展開している。本稿では、官民連携の取り組みに至るまでの経緯と取り組みの概要について紹介し、今後の展開についての考察を行った。

キーワード 飛鳥地域、国営飛鳥歴史公園、広域観光促進、官民連携

1. はじめに

飛鳥地域は奈良盆地の東南にあたる丘陵地帯を指し、592年の推古天皇即位から、710年に元明天皇が平城京に遷都するまでの飛鳥時代の間、日本の都として定められ、飛鳥文化の中心地として栄えた。なお、本稿では、大和三山（畝傍山・香久山・耳成山）から高取城跡に囲まれた橿原市・明日香村・高取町域を飛鳥地域と定義する（図-1）。

飛鳥地域には、古代の有力豪族であった蘇我馬子の墓と伝えられる石舞台古墳や、国内では他に類を見ない極彩色壁画が発見された高松塚古墳・キトラ古墳といった飛鳥時代の歴史的文化的遺産が数多く残されているだけではなく、中世～江戸期の文化遺産や豊かな自然・農村環境が蓄積されている。飛鳥地域に重層的に存在し、保存される多様な文化的・自然的遺産は、観光資源としても活用が図られている。

近年、観光は日本の成長分野として非常に重要視されており、2016年3月に政府は「明日の日本を支える観光ビジョン」を策定した。この中では、観光振興による地

方創生と周遊観光の一層の促進が謳われている¹⁾。飛鳥地域をふくむ奈良県東部エリアにおいても、観光客数の増加は著しく、2013～2017年の5年間で観光客数は199万人（12.5%）²⁾増加しており、更なる誘客・観光産業の促進が求められている。

観光促進については全国各地で取り組みが進められているところではあるが、飛鳥地域では、橿原市、明日香村、高取町の3市町村（以下、「飛鳥3市町村」と国営飛鳥歴史公園事務所（以下、「公園事務所」）、観光協会、民間事業者が、2018年10月に飛鳥広域観光促進ミーティングを立ち上げ、行政区域に限らない広域的な地域の観光促進のための取り組みを行っている。本稿では、飛鳥地域の広域観光促進に係る取り組みについて、活動に至る経緯とその活動内容を紹介し、官民連携の地域づくり、観光促進の取り組みについて同様の取り組みを行う他事務所等へ知見を共有することを目的とする。

2. 飛鳥地域の概要

(1) 飛鳥3市町村の観光資源と課題

図-2にて、飛鳥地域の主要な観光資源を紹介する。まず、飛鳥地域中央部、明日香村には592年から694年の間、宮都が置かれた飛鳥京エリアがある。当時の宮は、基本的には天皇が代替わりを行う毎に移転していたため、飛鳥京エリアにも複数の宮が置かれ、その遺跡が地下に保存されている。飛鳥京エリアの南方には、特別史跡でもある石舞台古墳、高松塚古墳、キトラ古墳をはじめとした飛鳥時代の古墳エリアがあり、この3古墳の周辺は国営飛鳥歴史公園の各地区が整備され、古墳と一体となっ

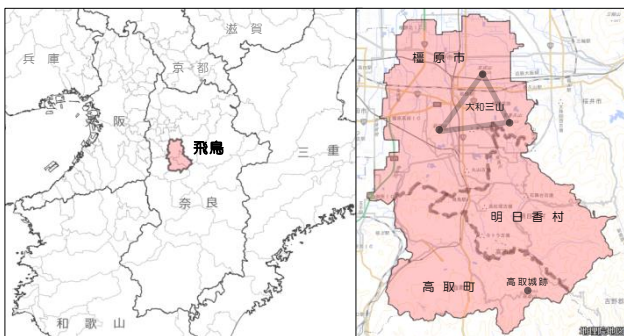


図-1 飛鳥地域位置図と飛鳥3市町村



図-2 飛鳥地域の主要な観光資源のゾーニング

た公園空間を形成している。

694年からは、日本で初めて中国式の都城が築かれた藤原京へ、都は移転する。万葉集にも歌われる大和三山に三方を囲まれる地で、飛鳥京エリアからはわずか4km程度の距離しかない。東西路である「条」と南北路の「坊」が約5km四方で基盤目状に配される、条坊制の都を築いた。現在、藤原宮跡は特別史跡として保存されており、藤原京から平城京へとつづく古代の幹道である下ツ道の名残も見ることができる。710年には平城京へ遷都したため、藤原京はわずか16年で廃都となり、古代国家の中心は飛鳥地域を離れることとなった。

しかし、中世～江戸期には、エリア単位で独自の発展を遂げた地域が形成されていたようで、「大和の金は今井に七分」と言わしめた橿原市の今井町や、日本三大山城でもある高取城が存在する。今井町は、寺内町として成立した後、南大和最大の在郷町へ成長し、現在も日本最大規模の重要伝統的建造物群保存地区として町並みが保存されている。一方、高取城は、比高（麓から本丸までの高低差）が日本一の390mを誇ることから、2018年には「日本最強の城」としてメディアに紹介された。

以上のように、飛鳥地域では、古代から中世～江戸期にかけて蓄積してきた歴史的文化的遺産のストーリーを、豊かな自然環境や穏やかな田園風景の中で体感することができる。観光資源が一定の歴史背景のごとのまとまりを持ち、行政界を超えて存在している一方で、全国多くの地域と同様に、飛鳥地域の観光振興は各市町村が個別に担っている。そのため、観光案内が一行政区域内に限られ、観光資源の数も種類も限定されてしまうことで、広域的に存在する歴史的ストーリーを持った独自性の高い観光資源を活かしきれていないという課題がある。

(2) 国営飛鳥歴史公園

国営飛鳥歴史公園（以下、「飛鳥公園」）は、1970年の「飛鳥地方における歴史的風土及び文化財の保存等に関する方策について」の閣議決定を受け、飛鳥地域の豊かな自然と文化的遺産の保存・活用を図るための施策の一環として、1971年より国土交通省が整備を進めてきた。1974年に祝戸地区（7.4ha）が開園してから、石舞台地区、甘樫丘地区、高松塚周辺地区が順次開園し、2016年9月にはキトラ古墳周辺地区（13.8ha）が開園したことで、現在5地区（59.9ha）が開園している（図-3）。各

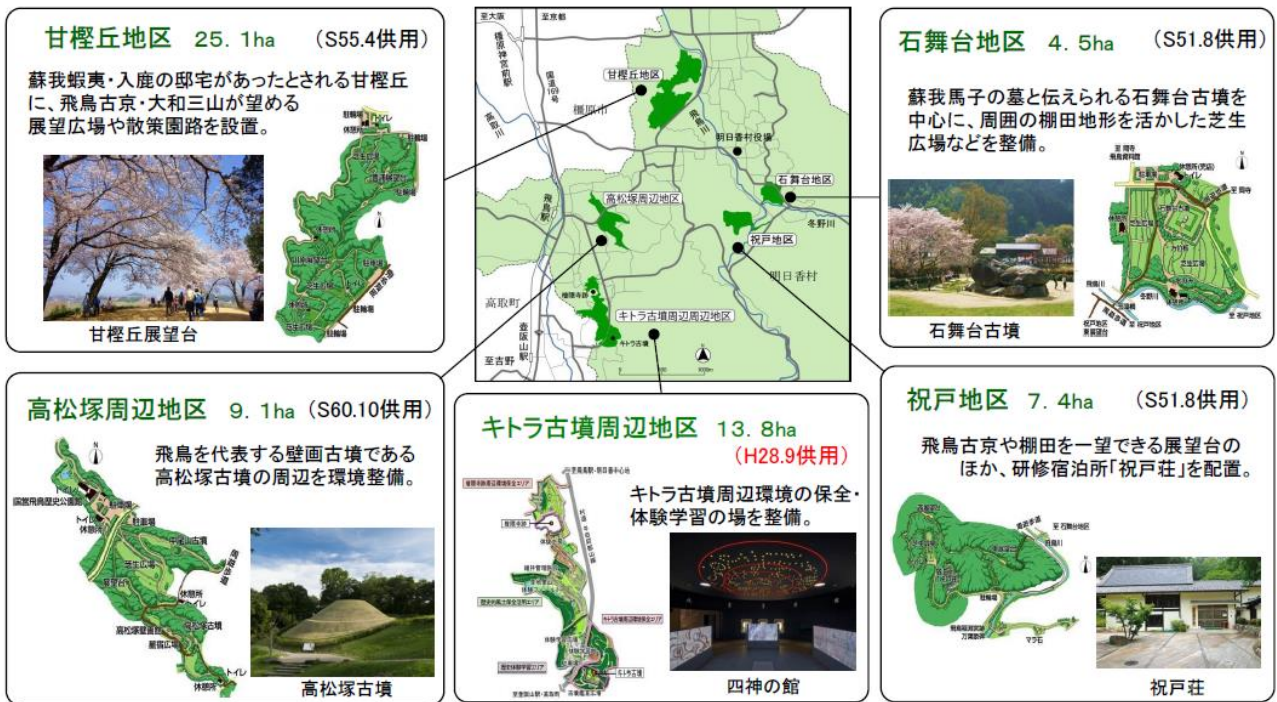


図-3 国営飛鳥歴史公園の概要

地区は明日香村内に点在しており、それぞれ周辺の歴史的遺産や自然環境を活かして整備されている。

飛鳥公園は、利用に当たっての入園料の徴収を行っていない無料公園であり、園内の展示施設等を除き、ゲート等による開園時間の管理も行われていない。非常にオープンな空間として、飛鳥の自然や風土と一体となって存在している。

3. 飛鳥観光促進に係る活動の展開プロセス

はじめに記述したように、飛鳥広域観光促進ミーティング（以下、「飛鳥観光M」）は2018年10月に発足したが、公園事務所では、飛鳥観光Mより以前に、奈良県、飛鳥3市町村と連携して、より充実した広域観光の実現のための観光案内サインの整備に取り組んできた。本章では、2015年からの観光案内サイン整備の取り組みと、飛鳥観光M発足に至るまでの2つのフェーズをそれぞれⅠ期、Ⅱ期とし、また、次なる体制づくりに向けての取り組みをⅢ期として、以下に紹介する。

(1) Ⅰ期：飛鳥観光案内サインの整備（2015年3月～）

2015年3月、公園事務所は飛鳥地域における統一的なデザインの観光案内サインの整備の推進を目的として、橿原市・明日香村・高取町の飛鳥3市町村に加え、奈良県と公園事務所が「飛鳥観光案内サイン協働事業」の協定を2015年3月に締結し、各機関が協力して観光案内サインの整備を進めていくことを取り決めた。また、本協定に基づく観光案内サインの整備に向けて、同時期に「飛鳥観光案内サイン整備計画」を策定した。この計画は、2001年の閣議決定に基づいたキトラ古墳周辺地区の整備を契機として、「飛鳥らしい」、統一的なサイン整備を推進するために策定されたもので、キトラ地区や既成開園していた国営公園の他4地区はもちろん、北は橿原市の大和三山から、南は高取町の高取城までの公園区域外も計画対象地として定めている。

また、各機関の担当者が参加する「飛鳥サイン整備計画事業調整担当者会議」を立ち上げ、サイン整備状況や整備にあたっての課題等の共有を定期的に行ってきた。併せて、より観光実態に即した整備を行うために、整備ルートの修正や追加も適宜行われている。2019年6月現在、各関係機関においては、整備計画や協働事業協定に基づき、着実に飛鳥統一デザインの整備を進めてきたところであり、約3年間で5機関により計166基のサインが整備された（図-4、5）。

(2) Ⅱ期：飛鳥観光Mの発足（2018年6月～）

飛鳥観光M立ち上げの事前打ち合わせとして、2018年6月に、地元である明日香村内の関係者と公園事務所が飛鳥観光の現状と課題を確認し、整理を行った。

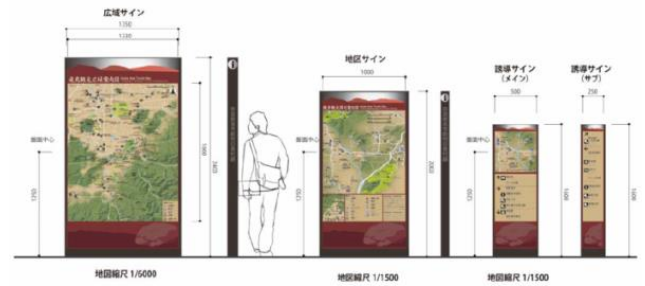


図-4 計画に基づき整備しているサイン



図-5 飛鳥駅前に設置されたサイン（明日香村設置）

そして2018年10月に、飛鳥3市町村と公園事務所、飛鳥観光協会、民間事業者2者、飛鳥管理センター（飛鳥公園の管理者）による第2回ミーティングが行われた。ここではまず、飛鳥3市町村がそれぞれ持ち寄った現状や課題を共有したうえで、飛鳥観光の促進のためには各市町村を単位とした個別の観光商品による誘客では限界があるため、周辺市町村がより広域的に連携することが必要であると共有された。

また、担い手としては自治体だけではなく、より観光の現場に近い観光協会や、広く「飛鳥」を現場としている観光事業者にも参画してもらうことで、行政側の予算や人事異動に左右されない、より持続的かつ実践的な官民連携の体制づくりを目指すという方向性が固まり、以

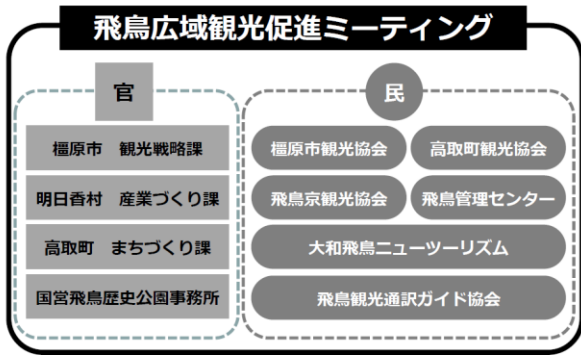


図-6 飛鳥観光Mにおける官民連携体制

後、地域の観光を担う行政機関と民間事業者による官民連携体制を構築している(図-6)。飛鳥観光Mでは、公園事務所が事務局を担っているが、その理由として、飛鳥公園は、石舞台古墳をはじめとして、飛鳥を代表する歴史的遺産を核に整備された公園であるということと、国営公園という施設が広域的な利用圏を持ち、関西圏、更には言えば全国から利用誘致を図ることができる施設であるという2点がある。また、「民」を担う事業者としては、飛鳥観光の業界を束ねるプレーヤーや、インバウンド促進のための事業者が参画している。飛鳥観光M発足の後、2019年2月と4月に第3回、4回ミーティングを開催し、定期的な情報共有や、統一的なPR媒体の作成を行った。

(3) Ⅲ期：コンソーシアムの設置に向けて(2019年2月～)

次なる体制づくりとして、2019年2月の第3回ミーティングからは、飛鳥広域観光促進コンソーシアムの設置について検討している。コンソーシアムは、飛鳥地域の観光に関係する行政機関及び業界が連携体制を構築するとともに、情報交換や観光促進方策の検討・実施を通じて、産官が一体となってインバウンドを含む広域周遊観光を持続可能かつ特徴的に一層促進していくことを目的としている。

具体的な取り組み内容としては、①観光ニーズ・政策動向の分析、②広域観光促進に向けたブランディング、③PR・広報、④観光コンテンツの開発等を挙げており、ミーティングに参画している各機関を基本的な構成員とした上で、必要に応じて他機関の参画を認めることで、柔軟な組織運用を想定している。

設置にあたっては、2019年4月の第4回ミーティングでも検討が進められているが、コンソーシアムの設置・運用を通じて、各機関が協力して飛鳥広域観光の促進に取り組んでいく方向で調整が続けられている。

4. 飛鳥観光Mによるソフト面の取り組み

飛鳥観光Mで取り組んでいる観光促進方策として、共通PR媒体の作成がある。本章では、飛鳥観光に特化して

作成した共通PR媒体と、コンソーシアムの設置に合わせて進めていく各種取り組みについて紹介し、今後の展望や課題について記載する。

(1) 共通PR媒体の作成

飛鳥観光の促進のためには、「飛鳥」とはどのような場所で、何があって、来訪者がどのような時間を過ごすことができるのか、飛鳥地域全体として統一的な言葉やイメージで、対外的に分かりやすく伝え、広報していく必要がある。一般的な観光パンフレットについては、飛鳥3市町村がそれぞれ作成しているため、飛鳥観光Mでは飛鳥観光の入り口として、また、各パンフレットや観光商品の導入として、「飛鳥」のイメージを伝える共通PR媒体の作成を行っている(図-7)。

このPR媒体は、古代にルーツを持つ古墳群や宮跡、寺社仏閣などの観光資源をテーマ毎に紹介し、飲食や宿泊情報を掲載したもので、特徴は、①各機関の担当者が、②パワーポイント形式にて作成し、③直営にて都度更新を行う点である。今後の活用方針としては、インターネットサイトへの掲載や、商談会やプロモーションといった対外的な場の導入としての使用を予定している。

(2) 今後の展開と課題

コンソーシアムの設置と並行して、体験プログラムの整備や周遊観光商品の開発について取り組んでいく予定である。併せて、どのような場で飛鳥観光をPRしていくかに課題が残っており、コンソーシアムとして官民が広く連携するメリットを十分に活かしながら検討していく必要がある。

5. まとめ

観光による地方創生に期待が高まる中、飛鳥地域では行政区域を越えた広域的な観光促進を目標に掲げ、官民



図-7 飛鳥観光Mにて作成している飛鳥観光の共通PR媒体(抜粋)

連携の体制を構築し、具体的な取り組みに着手し始めている。この取り組みにおいては、「観光」という大きな枠組みで広域的な連携を組む以前に、観光案内サインという、比較的着手しやすいハード整備において既に連携がなされていたという背景がある。

飛鳥観光Mでは、観光促進のための取り組みの一つとして共通PR媒体の作成を行っており、統一的な「飛鳥」イメージの広報のための活用を目指している。また、体験プログラムの整備や周遊観光商品の開発等も今後行っていく予定であり、これら取り組みの実現によって、更なる広域観光の促進が期待できる。

一般に、各地での観光振興施策の主な担い手は地方自治体であるが、公共の都市施設の中でも特に国営公園は、地域の主な観光資源の一つとなり得る施設であり、周辺自治体や民間事業者と公園事務所の連携が、今後は全国

的にもより必要となってくる。国営公園を含めた広域的な官民連携の仕組みによる観光促進が、地方創生の一つの在り方となる可能性が示唆された。

本論文は著者の前任地である、近畿地方整備局国営飛鳥歴史公園事務所での成果を取りまとめたものである。

謝辞：飛鳥広域観光促進のための取り組みにあたってご協力いただいております関係機関の皆様及び本稿の作成にあたってご助言いただきました皆様に深謝いたします。

参考文献

- 1) 観光庁(2016)：明日の日本を支える観光ビジョン
- 2) 奈良県(2017)：奈良県観光客動態調査報告書 平成29年(1月～12月)

地縁団体のまちづくり意識の醸成過程に関する 分析～空き家をテーマとした勉強会を通して～

森 喜彦

兵庫県 中播磨県民センター 姫路土木事務所 まちづくり建築第1課

(〒670-0947兵庫県姫路市北条1-98)

人口が減少する中、住民主体のまちづくりがますます重要性を増している。他方、増加する空き家を移住者の受け皿として活用するなど、地方創生に生かすことが期待されている。

兵庫県西播磨地域においてモデル地区を選定し、空き家を活用した地域活性化のまちづくりの事例調査研究をおこなった。地域活性化に向け地元住民を対象に、空き家を活用するための勉強会を開催したところ、住民からまちづくりの取組を自ら行う必要性を問われた。勉強会の進め方を再考し改めて開催したところ、まちづくり意識の変化がみられた。勉強会を評価するアンケート結果から意識変化を起こした要因、まちづくり意識の醸成過程を分析する。

キーワード 地縁団体、まちづくり意識、空き家、地域活性化

1. はじめにー空き家を活用したまちづくりー

人口が減少する中、空き家が増加しており、放置された廃屋倒壊の危険等、集落における生活環境への悪化等が問題となっている。一方、空き家を地域にある貴重な資源と捉え、地域の活性化に生かす取組が行われている。

空き家問題への総合的な対応として、危険空き家の発生の抑制、地域活性化のための有効活用の両面から、取組を更に充実していくことが求められている。

姫路土木事務所では、空き家を活用したまちづくりの在り方及びその実現のための有効な方策を検討し、所管する西播磨地域の活性化を図ることとなった。

2. 西播磨地域における空き家を活用したまちづくり調査

(1) 概要ー西播磨地域の地域性と空き家問題ー

西播磨地域は兵庫県の西部に位置し、東西43km、南北67kmにおよび人口約28万人、4市3町で構成される。全体の約8割を林野が占め北部は県内有数の森林地帯であり、緑豊かな森に恵まれた中山間地域である(図-1)。

農村集落においては、空き家の発生が都市部のようにただちに周辺への悪影響を及ぼすことは想定されにくい一方で、地域活性化の資源としての活用が期待された。

(2) 検討の進め方ーモデル地区での事例調査研究ー

一般に想定される空き家問題が中山間地域の農村集落においても同様の問題として取り扱われるのか確認する必要があった。

このため、西播磨地域内でモデル地区を選定し、まずは生の声を聞き取りし、空き家の取扱いの方向を定めることとした。その後、空き家を活用したまちづくりの仕組みづくりを検討する計画で、事例調査研究を開始した。

(3) モデル地区の選定

モデル地区の選定にあたっては、西播磨地域7市町の担当部局に調査への協力を求め、課題意識の高い宍粟市、上郡町、佐用町が調査に参画することとなった。



図-1 西播磨地域の位置・モデル地区の位置

地元自治会等に協力依頼し、まちづくり活動が活発な赤穂郡上郡町鞍居(くらい)地区連合自治会(以下「鞍居地区」という。)及び一般的な自治会活動のみを行う佐用郡佐用町西徳久(にしとくさ)自治会(以下「西徳久地区」という。)の2地区をモデル地区に選定した(図-1)。

地縁団体が自らの取組によって空き家に係る問題を解決し、行政は地縁団体への支援を役割とする仕組みを検討していた。このため、勉強会においては、姫路土木事務所及び上郡町・佐用町両役場は「行政は何ができる」といった意見をせず、進行を見守ることとした。

勉強会(1年目・2017年)は現状把握・事例紹介・課題整理・対応方策検討という順に進めた。

3. 地区による反応の違い(調査1年目)

(1) モデル地区の概要

a) 鞍居地区

鞍居地区は19の自治会で構成される少子高齢化の進む農村集落である(写真-1)。地区住民等が「鞍居地区ふるさと村づくり協議会」を組織し「自らの暮らしは、自助努力で守る」活動をしている。特産品「鞍居桃」の開発等のまちづくり活動が非常に活発な地域である。空き家率は29.4%で住民間で危機意識が広がっている(表-1)。

表-1 鞍居地区の概要

地域人口	1335 人	地域面積	約 31 km ²
世帯数	526 世帯	住宅総数	436 戸
高齢化率	38.1 %	空き家数(率)	128戸(29.4%)
地域の特徴	「自らの暮らしは、自助努力で守る」がスローガン		
地域活動	特産品の開発、都市との交流等の活性化活動実績有		

b) 西徳久地区

西徳久地区(単位自治会)は少子高齢化の進む農村集落である。地区内には清流千種川が流れ、美しい星空を望めるなど豊かな自然を残している(写真-2)。一般的な農村集落と同様に自治会が秋祭りや溝掃除などを行う。空き家率は15.0%で(兵庫県平均13.0%)、やや高いが問題は顕在化しておらず「将来の問題」と考えている(表-2)。

表-2 西徳久地区の概要

地域人口	220 人	地域面積	約 2.2 km ²
世帯数	88 世帯	住宅総数	100 戸
高齢化率	42.3 %	空き家数(率)	15戸(15.0%)
地域の特徴	全国名水百選「清流千種川」沿いに形成された地域		
地域活動	祭や溝掃除等のいわゆる農村集落の自治会活動のみ		



写真-1 鞍居地区の風景



写真-2 西徳久地区の風景

a) 鞍居地区勉強会

地区内に老朽化した空き家があるという現状を把握し、倒壊が危惧されるという問題意識が共有された。

今後増加が予想される空き家に対して、所有者不明、管理不全の状態になることを予防するため、地区住民に向け空き家の実態・所有者の意向を把握するアンケートの実施が検討された(表-3、写真-3)。

表-3 鞍居地区の勉強会実績(1年目)

開催回	テーマ・内容
第1回	空き家の現状把握・他地域の空き家活用事例
第2回	空き家が引き起こす問題・解決のための対応
第3回	空き家意向等把握調査アンケートの実施検討

b) 西徳久地区勉強会

現在、地区内の空き家は15戸であるが危険を及ぼすようなものはなかった。今後増加が予想される中で対応方策を検討することは意義があるという認識が共有された。

一方、参加者から「そもそも空き家が増えることは問題なのか」、「何のためにこの勉強会を進めるのか」、「県や町役場は黙って聞いているがどうしようと考えているのか」、「そもそも何かを【する】ことを前提に集まっているのではない。」といった声があがった(表-4、写真-4)。

表-4 西徳久地区の勉強会実績(1年目)

開催回	テーマ・内容
第1回	空き家の現状把握・他地域の空き家活用事例
第2回	空き家が引き起こす問題・解決のための対応
第3回	勉強会の開催意義を再考



写真-3 鞍居地区の様子



写真-4 西徳久地区の様子

(2) 勉強会の実施(1年目・2017年)

まちづくりのアドバイザーがファシリテーターを務め、ワークショップ形式の勉強会を各地区3回開催した。

c) 勉強会の結果と課題-西徳久地区の主体性の引出し-

勉強会の結果として次年度の取組が提案された。鞍居地区では地区が主体的に取り組む内容(アンケートの実施)のものであり、西徳久地区では地区住民がいわゆる

インプットを行う内容(空き家に係る知識の蓄積)のものとなった(表-5)。

今後行政が空き家を活用したまちづくりを促進する上で、一般的な農村集落は、西徳久地区と同様の反応をするおそれがある。住民主体のまちづくりを促進する上で、西徳久地区の主体性をどのように引き出すかが課題となった。

表-5 2地区の比較(1年目)

比較項目	鞍居地区	西徳久地区
参画動機	発生している問題の解決	将来起こりうる問題予防
高齢化率	38.1 %	42.3 %
空き家率	29.4 %	15.0 %
活動実績	有(地域活性化活動)	無(自治会活動のみ)
次年度取組	空き家の実態・意向を把握するアンケート実施	空き家に係る諸問題について知識の蓄える

(3) 西徳久地区の懸念と対応

a) 西徳久地区がまちづくりに取り組む必要性

前述の住民の声は「なぜ、我々がまちづくりに取り組む必要があるのか。」という問いの投げかけであると思われた。姫路土木事務所及び佐用町役場は、この問いに住民自らが答えることができれば、住民主体のまちづくりを促進できると考えた。

その理由は、以下4点の認識からであった。

- ①人口が減少し財政が縮小する中、行政において空き家問題を対応することに限界があること
- ②空き家の問題は相続、管理、流通など多岐にわたり、行政以外の主体の協力が必要であること
- ③空き家は本来的には個人の所有物であり、行政等が個人での問題解決を促すものであること
- ④空き家を地域活性化の資源と捉えるには、「地域」として空き家の位置づけを共有する必要があること

このため、まちづくりに取り組む意思(まちづくり意識)を醸成するための対応を図ることとした。

b) 対応: まちづくり意識の醸成—行政の認識を共有しうるかの確認—

上記の認識を西徳久地区が共有できれば、おのずとまちづくり意識は醸成されるのではないかと考えた。

このため、西徳久地区においてはまちづくり及び空き家に関する知識を習得するための講演会形式の勉強会を調査2年目において実施することとした。

4. 西徳久地区の意識の変化(調査2年目)

(1) 勉強会の計画—テーマの設定・開催順序—

a) テーマの設定

まちづくり活動が活発な鞍居地区は、以下の問題意識が地区内で共有されているように見受けられた。西徳久地区に問題意識の共有を図るため、4つの視点からテーマを設定した。

①人口減少下でこれまで得られた行政からの支援が薄くなっていく中、地域でどう活力を維持するか。

②行政以外にどのような支援主体、協力主体がいるのか。また、どのような支援・協力をしているのか。

③空き家はどのような問題を引き起こし、どのような解決策が考えられるのか。

④空き家を活用すれば、どのような活力維持につながるのか。例えば、移住希望者の受け皿としての活用が考えられるかどうか。

なお、各テーマに適切な外部講師を招くこととした。

b) 開催順序

住民にとって身近なものから視野を広げていくほうが住民には理解されやすいと考え、④→③→②→①の開催順序とすることとした。

c) 開催計画

西徳久地区に4つのテーマを提示し、勉強会を開催することとなった(表-6)。

表-6 西徳久地区の勉強会計画(2年目)

開催回	テーマ	講師
第1回	移住者等から見た西徳久	地区への移住者
第2回	空き家と税等	弁護士・課税担当者
第3回	空き家とまちづくり	移住担当者・まちづくり会社
第4回	これからの自治会	大学教授

(2) 勉強会の実施(2年目・2018年)

まちづくりのアドバイザーがファシリテーターを務め、勉強会を4回開催した。各テーマについて、講師が講演を行い、その後、姫路土木事務所・佐用町役場も含め、質疑応答、意見交換を行う講演会形式とした。

なお、まちづくり意識の変化を測るため、毎回勉強会後にアンケートをとった。

a) 外部者による西徳久地区の評価(移住者)

実際に西徳久地区に移住した2家族から「なぜ西徳久地区に移住したか」、「移住してみてどう思っているか」などを対話する形式で進めた(写真-5)。

移住者が西徳久地区をどのように見ているか、実際に移住して困ったことなどをざっくばらんに話せたことで、西徳久地区で生まれ育った住民が見直すきっかけとなった。また、どのように移住先である空き家を見つけたかなども具体的に聞くことができ、今後、移住者がどのように転入してくるかイメージできた(表-7)。



写真-5 移住者から移住に至った経緯などを聞いた

表-7 「移住者から見た西徳久」の対話 (抜粋)

なぜ西徳久を選んだの？	<ul style="list-style-type: none"> ・自然の豊かさが大変魅力的だった ・インターネットで物件を見つけた
暮らしてわかったこと	<ul style="list-style-type: none"> ・子供たちが挨拶をしてくれるのが嬉しい ・まちと比べると役場や病院での手続が早い
空き家を活用するアイデア	<ul style="list-style-type: none"> ・週末住宅として貸し出せないか ・移住者だらけになると西徳久の良さが無くなりそう



写真-7 まちづくり会社から移住促進活動などを聞いた

b) 空き家を所有することで起こりうる事象-相続、納税、倒壊による損害賠償等-(弁護士・課税担当者)

空き家対策に詳しい弁護士から実際に空き家を所有している場合どのような問題が起こりやすいか、どのような手順で解決するかについて講義を受けた(写真-6)。

また、佐用町税務課から、固定資産税の計算方法を紹介した。もし自宅が空き家になり、解体した場合と存置した場合課税額はどうかをおおよそ自身で計算できるような講演であった(表-8)。

現に空き家を所有しているなど、課題認識のある参加者は学びが多く、一方で比較的若い世代でまだ空き家についてそこまで問題がない世代には、身近な問題として認識されにくかった。



写真-6 弁護士から空き家所有の問題と解決策を聞いた

表-8 「空き家と税等」の講義 (抜粋)

弁護士の話	<ul style="list-style-type: none"> ・空き家問題発生の原因のひとつは相続登記 ・相続放棄しても管理者責任が残る場合がある ・財産整理として遺言状の作成は有効
役場課税担当者の話 (Q&A)	<p>問 解体すると税金が上がると聞いたが本当か。</p> <p>答 建物を解体すると、土地の税の軽減が受けられなくなります。しかし、建物の税はなくなります。土地と建物の税合計が解体前後でどうなるか計算しましょう。</p>

c) 民間事業者等と行政の連携によるまちづくりの取組紹介 (移住担当者・まちづくり会社)

佐用町の空き家活用に関する取組と移住・定住に関する取組について紹介・説明し、西徳久地区でどのような仕組みが作れるかを検討した。また、佐用町で移住定住のコーディネートを進めている地域おこし協力隊やまちづくり会社である「合同会社鹿青年部」が参加し、ネットワークづくりをした(写真-7)。

佐用町役場の取組をようやく理解できたとの声もあり、西徳久地区で移住策を進める場合に、どのような方法がありえるかを具体的にイメージできた(表-9)。

表-9 「空き家とまちづくり」の講義 (抜粋)

役場担当者 まちづくり 会社の話	<ul style="list-style-type: none"> ・移住の受け皿となる空き家をバンクに登録 ・移住希望者をバスツアーで町内案内 ・滞在型体験事業で佐用町を体感してもらっている
Q&A	<p>問 移住受入れする場合、地域はどんな準備が必要か。</p> <p>答 「自治会のルールリスト」があると地域の説明をしやすい。移住希望者が訪れた際、地域の誰かに会えると紹介しやすい。</p>

d) 自治会の運営や在り方についてー日本における歴史や現代の事例紹介ー (大学教授)

昨今のまちづくりの潮流について、兵庫県立大学の内平教授が講演した(写真-8)。まちづくりはどこまで地域でやればよいのか、具体的にどんなことをやればよいのかについてポイントを解説した(表-10)。

まちづくりで求められることや行動については、理解ができた一方で、西徳久地区ではどのようにすればよいか想像すると難しいという意見が上がった。4回の勉強会を重ね、「西徳久地区ではどうすればよいか」という考えが始め、よい雰囲気づくりが進んだ。



写真-8 大学教授からまちづくりの理論と事例を聞いた

表-10 「これからの自治会」の講義 (抜粋)

大学教授の話ーまちづくりの理論と事例ー	<ul style="list-style-type: none"> ・地域再生事例は常に特殊解 ・なにをしちゃだめかなのかを知りましょう ①閉じちゃだめ! (弱い紐帯の強さ理論)、②不安にさせちゃだめ! (社会関係資本理論)、③漏らしちゃだめ! (漏れバケツ理論) ・強いモノ賢いモノでもなく変化できるものが生き残る
---------------------	---

(2) 結果 (5回目勉強会)ーまちづくりの取組アイデアの提案ー

4回の勉強会から得た知識をもとに、西徳久地区のビジョンと次年度の取組を具体的に検討することとした。

ワークショップ形式で開催したところ、じっくりこれからの西徳久地区について話し合う議論の場となった。調査1年目にはなかった「西徳久地区が自ら行うまちづくりの取組アイデア」が数多く提案された(写真-9)。



写真-9 まちづくりの取組アイデアが数多く提案された

5. 意識の変化を引き起こした要因（アンケート分析）

調査1年目を終えた時点で、まちづくりに取り組む必要性を問うていた西徳久地区が、調査2年目を終えて複数のまちづくりの取組アイデアを提案した。

調査2年目の勉強会がこの意識変化にどのような影響を与えたのか参加者アンケート（図-2）から分析する。

アンケート調査票は、全回共通のものを使用した。なお、記名については、参加者の自由とした。全4回の延べ参加者は72人。アンケート回収率は100%であった。

平成 30 年度
西徳久地域の空き家を活用したまちづくりモデル検討調査

空き家を活用したまちづくり勉強会アンケート

勉強会、お疲れ様でした。西徳久地区のまちづくりや、次回以降の勉強会に活かすため、アンケートにご回答ください。アンケートの結果は本事業以外には使用しません。

お名前 _____

1. あなたの性別と年代を教えてください
 性別 男性 女性
 年代 20代 30代 40代 50代 60代 70代 80歳以上
2. 勉強会の参加は何回目ですか？（昨年分も含めて教えてください）
 初めて 2回目 3回目 4回目 5回目 6回目 7回目(毎回)
3. 本日の勉強会の満足度を教えてください
 満足 やや満足 どちらでもない やや不満足 不満足
 上記の理由はなぜですか？ できるだけ具体的に教えてください
4. 西徳久の空き家やまちづくりについて、考え方や意識は変わりましたか？
 変わった やや変わった どちらでもない あまり変わらない 全く変わらない
 変わった、やや変わった と答えられた方は、どのように変わりましたか？
5. 西徳久のまちづくりについて、気になることがあればご自由にお書き下さい

ご回答ありがとうございました。 次回もお待ちしております。

図-2 アンケート調査票

(1) 評点分析一

a) 参加者の意識は変化した

「西徳久の空き家やまちづくりについて、考え方や意識は変わりましたか？」という設問4に対して、「変わった」及び「やや変わった」が合わせて52%であった。一方、「全く変わらない」は5%であった（図-3）。

勉強会によって、空き家やまちづくりについて、考え方や意識が変化したといえよう。

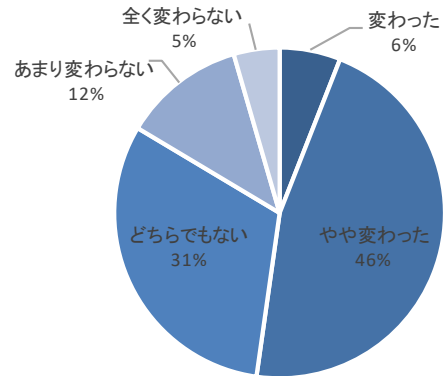


図-3 空き家やまちづくりの考え方や意識の変化 (n=67)

b) 全てのテーマが意識変化に影響を与えた

各回の意識変化は、「変わった」及び「やや変わった」を合わせて45%～58%で推移している（図-4）。

全てのテーマが意識変化に影響を与えたことが分かる。

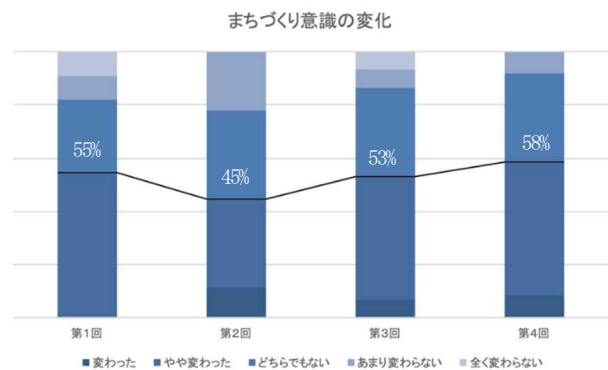


図-4 各回の意識変化の推移

(2) テキスト分析

a) 意識変化は「まちづくり意識の醸成」

設問4の「変わった、やや変わったと答えられた方は、どのように変わりましたか？」という問いに対する記述はまちづくりに取り組む意思を高める傾向の意見であり、評点分析の意識変化はまちづくり意識の醸成に係るものであったと取り扱って支障ないだろう（表-11）。

表-11 意識変化の方向（アンケート記述の例）

- ・今まで考えてもいなかった空き家について真剣に取り組むようになった
- ・西徳久の良いところを再認識できた
- ・空き家の解消に積極的に取り組みたい
- ・より地域に対しての想いが深くなってきた
- ・会合で、声を出してみたいと思います

b) 醸成の要因－勉強会の効果－

各回の意識変化に係る記述の要旨から、テーマ毎のねらいを軸として勉強会の効果を分析した(表-12)。

以下の効果が評価できる。

- ①外部者評価によって「地域の魅力等を再認識」ができた
- ②空き家所有リスクを知ることで「空き家に関する問題・解決策の認識」ができた
- ③他主体の取組を知ることで「主体間の相互理解・役割の認識」ができた
- ④自治会の自助努力の必要性を知ることで「まちづくりに取り組む意欲の芽生え」が起こった

表-12 勉強会の効果分析

ねらい	アンケート記述要旨	効果
外部者評価	<ul style="list-style-type: none"> ・今後の考え方を見直すきっかけになった ・よい点に目をむけて考えられるようになった ・移住者の方の生の意見が聞けた ・西徳久の良いところを再認識できた ・地域の見方、捉え方を新しくできた 	地域の魅力等を再認識
	<ul style="list-style-type: none"> ・空き家について真剣に取り組むようになった ・勉強になった・もう少し勉強したい ・県・町・自治会・住民が真剣に考えていることがわかった 	(その他) 行政の本気を認識
空き家所有リスク	<ul style="list-style-type: none"> ・意識していなかったが関心を強く持つようになった ・長期的な問題だと認識した ・空き家になる前の準備と整理が必要と知った ・少しずつ理解が深まった ・空き家対策の重要性を再認識した 	空き家に関する問題・解決策の認識
	<ul style="list-style-type: none"> ・話をする機会が増えてよかった 	(その他) 意見交換する土壌醸成
他主体の取組紹介	<ul style="list-style-type: none"> ・地域の努力が必要と分かった ・空き家の解消に積極的に取り組みたい ・役場やまちづくり会社が考えて、活動していることが分かった 	主体間の相互理解・役割の認識
	<ul style="list-style-type: none"> ・西徳久には無理と思っていたが、いい所も再発見できた 	(その他) 地域の魅力等を再認識
	<ul style="list-style-type: none"> ・理解を深めることで村づくりの方向が変わっていく ・集落の意見もありよかった 	(その他) 意見交換する土壌醸成
自治会の自助努力	<ul style="list-style-type: none"> ・より地域に対しての想いが深くなってきた ・講義を受けて見る視点がやや変わった 	まちづくりに取り組む意欲の芽生え
	<ul style="list-style-type: none"> ・会合で、声を出してみたい ・もっといろんな人が集まってほしい 	(その他) 意見交換する土壌醸成

c) 考察－4つの視点の共有と副次的な効果－

行政が認識していた「住民がまちづくりに取り組む必要性」に係る4つの視点(理由)を勉強会によって、西徳久地区と共有することができた。

4つの視点以外の副次的な効果として、「行政の本気を認識」、「意見交換する土壌醸成」が確認できた。

講演後の意見交換や質疑応答が各テーマの理解を深めるとともに、行政－住民間、住民－住民間での相互理解や意見交換をする土壌を醸成する効果をもたらしたと考えられる。

西徳久地区が4つの視点を獲得したこと、「行政の本気を認識」したこと、西徳久地区内での「意見交換する土壌醸成」を実感したことで、まちづくり意識が醸成された考えられる。

6. まとめ

(1) まちづくり意識の醸成過程

本稿では当初自らがまちづくりに取り組むことへの必要性を問うた地縁団体が、住民主体の空き家を活用したまちづくりの必要性を4回の勉強会で学び、まちづくりの取組アイデアを提案するまでの過程を報告した。

4回の勉強会のテーマ(ねらい)と講演会形式の進め方がまちづくり意識の醸成に有効に働いたことをアンケート結果から分析・検証した。

(2) 今後の展望－西播磨地域での展開－

「西播磨地域における空き家を活用したまちづくり調査」としては、西徳久地区での調査で得られた知見を踏まえて、西播磨地域の市町に向けた「手引」を令和元年度作成する予定である。

第2、第3の西徳久地区を増やして、空き家の問題を地縁団体が自ら解決する方策を今後も検討していく。

(3) 調査で得られた知見－認識共有確認作業の重要性－

まちづくり意識の醸成過程は、行政の認識(4つの視点)を勉強会を通じて分かりやすく説明し、地縁団体と共有する確認作業でもあった。

行政が住民と連携・協働し、まちづくりを進める上で、認識の共有が重要であることを改めて再認識した。

縦断連続性再生における 許可工作物の魚道改良について

藤田 智人¹・大岩 仁志¹

¹近畿地方整備局 木津川上流河川事務所 調査課 (〒518-0723三重県名張市木屋町812-1)

木津川上流河川事務所では、木津川本川の縦断連続性確保の一環として、許可工作物である相楽発電所取水堰、大河原発電所取水堰において、施設管理者の関西電力と連携し、両取水堰に設置されている既設魚道の簡易的な改良に取り組んできた。平成25年度に魚道の簡易改良案を検討後、施設管理者にこれらの改良案を説明するとともに、平成26～27年度には試験的な施工を行い、その効果を把握するための物理環境と魚類の遡上状況の把握・評価を行ってきた。協議を進めた結果、平成29、30年度に魚道改良がなされ、魚道の機能が改善した。本項では改善までの過程及び最終的な遡上結果を報告する。

キーワード 魚道, アユ, 縦断連続性, 許可工作物

1. 背景

木津川上流河川事務所では、淀川水系河川整備計画に基づき、河川の縦断連続性の回復・再生に向けた取り組みを実施している。これらの取り組みは、許可工作物である取水堰を対象に、地域連携により取り組みを進めることとし、これまで、相楽発電所取水堰、大河原発電所取水堰、高岩井堰、ナルミ井堰において、取り組みを進めてきた。ここでは、相楽発電所取水堰、大河原発電所取水堰における魚道改良の取り組みについて報告する。

表-1 対象堰の諸元と魚道の特徴

相楽発電所取水堰	諸元	堰の形式	堤高	堤長	魚道形式	水利権
	40km	固定堰 流筏路、通船渠、放水路あり	5.8m	75.6m	階段式魚道	7.72~27.8m ³ /s
魚道の特徴	<ul style="list-style-type: none"> ●通水期間：4月～7月（アユの遡上期のみ） ●流量調整：通水流量 0.1m³/s、最上流部の角落として調整（越流型）。 ●魚道構造：魚道上流部には複数の角落としがあり、流量・落差調整が可能。中～下流部は固定隔壁で切欠きは交互に配置。 ●その他：堰上流水位は遮蔽板により、せき上げる。 					

2. 対象となる堰・魚道

(1) 堰・魚道の状況

相楽発電所取水堰、大河原発電所取水堰は、関西電力が管理する発電用取水堰である。魚道が設置されているものの、これらの魚道は、現地確認により、魚類の遡上のために機能改善すべき点が確認されている。両堰の諸元と魚道の特徴は以下の通りである。

大河原発電所取水堰	諸元	堰の形式	堤高	堤長	魚道形式	水利権
	47km	固定堰。 流筏路、排砂路あり	11.8m	109.4m	階段式魚道	5.5~18.6m ³ /s
魚道の特徴	<ul style="list-style-type: none"> ●通水期間：4月～7月（アユの遡上期のみ） ●流量調整：通水流量0.5m³/s、最上流部の潜孔で調整。 ●魚道構造：魚道上流部の勾配は1/5と急勾配。魚道上流部には複数の角落し（各最下段には交互に潜孔）で流量・落差調整が可能。中～下流部は固定隔壁で切欠きは交互に配置。 ●その他：堰上流水位は遮蔽板により、せき上げる。 					

(2) 改良前の各魚道の課題

a) 相楽発電所取水堰魚道

平成25年の現地確認時は、魚道出口部の流況は、角落としにより調整されており、角落としには角材6段（6×13cm＝78cm）が設置されていた。

魚道内への通水が少なく、魚道出口部の落差が約55センチと大きいため、ほとんどの魚類は堰の上流側へ移動しにくい状態であり、落差の下流側のプール内に留まっている状況が確認された。魚類の飛び跳ね等による遡上を考慮した場合、隔壁の落差は20～30cmに留めておくことが望ましいとする知見に基づくと¹⁾、魚道出口部の落差が課題であり、これらを解消、低減していくことが必要であると考えられた。



図-1 各堰の全体図(左：相楽発電所取水堰 右：大河原発電所取水堰)

b)大河原発電所取水堰魚道

平成25年の現地確認時は、魚道出口部の流況は、左右2か所の潜孔により調整されており、通水流量0.5m³/s、流速2.42m/sであった。また、魚道出口区間部には7つの角落としがあったが、そのすべてに潜孔(0.3×0.2m)について堰板(板材隔壁 各2枚、最上流部は1枚)が設置されていた。

魚類の突進速度は、一般的に体長の10倍程度とされている例が多いことから³⁾⁴⁾⁵⁾、本魚道の潜孔は流速が速く、魚類の遡上を考慮した場合、これらを解消、低減していくことが必要であると考えられた。



図-2 各魚道の課題箇所(左:相楽発電所取水堰魚道の落差 右:大河原発電所取水堰魚道の潜孔 ※いずれも魚道内の流量を下げ、水位を低下させた状態で撮影)

(2)改良案の検討

これらの状況を踏まえ、両魚道の機能改善のための簡易的な改良方法について検討し、平成26年から施設管理者の関西電力との連携により現地での試験的な魚道の改良を行い、モニタリング調査による効果の把握・検証を行った。

a)相楽発電所取水堰魚道

魚道出口部、および魚道出口区間に堰板を追加することにより、落差・流速の低下をはかった。

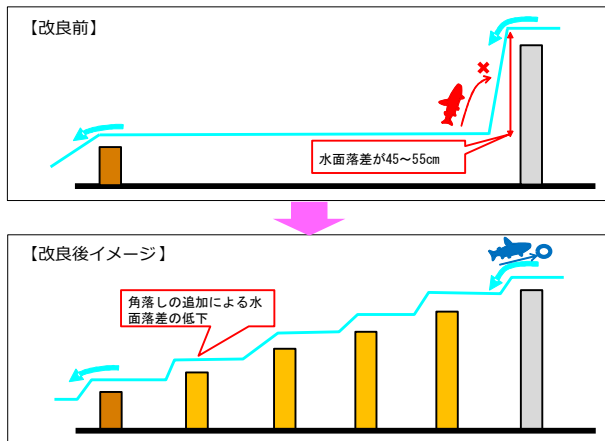


図-3 相楽発電所取水堰魚道の改良案

b)大河原発電所取水堰魚道

魚道出口区間の堰板の潜孔を塞ぐことにより、流速の低下をはかった。

また、大河原発電所取水堰では、施設管理者(関西電力)の提案により、魚道出口を通過するために角落とし

を除去し、魚類の助走距離を長く取る改良を実施した。

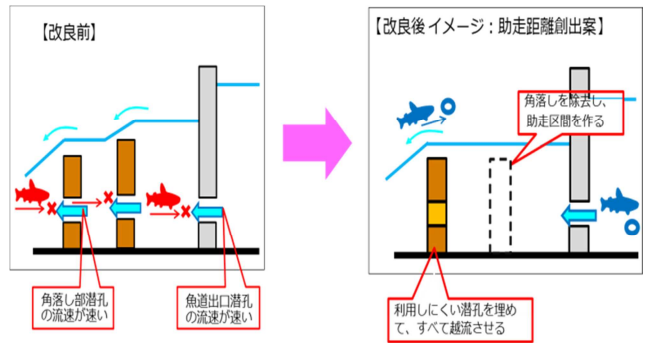


図-4 大河原発電所取水堰魚道の改良案

3. 魚道改良の試験とモニタリング調査の実施

上述の魚道の簡易的な改良を試験的に実施した状態で、魚道を遡上した個体を採捕するモニタリング調査を実施した。なお、モニタリング調査時には、施設管理者および木津川漁業協同組合に改良内容と期待する効果を説明し、状況を共有した。



図-5 施設管理者および漁業協同組合員への説明状況

(1)相楽発電所取水堰魚道

a)改良による流況の改善

堰板の追加による流況の改善により、45~55cm程度あった魚道出口部の落差は、ほぼ無くすことができた。この改良の効果により、魚類の遡上における課題は改善することができたと考えられた。

なお、平成26~27年に実施したモニタリング調査で確認された試験改良の効果を踏まえ、平成28年5月および12月に、関西電力による改良が実施された。その結果、相楽発電所取水堰魚道における連続性が改善した状況が継続的に維持されている。



図-6 相楽発電所取水堰魚道の試験的な改良状況

表-2 相楽発電所取水堰魚道の改良の効果(落差の低減)

測定位置	改良前(平成25年)	改良後(平成28-30年平均)	
		出口角落とし	改良部追加角落とし
落差 (cm)	55.0	1.0	8.5
	—	—	8.5
目標値	20cm以下 (アユなどの遡上に適した値)		

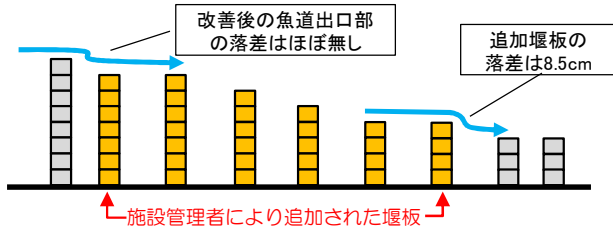


図-7 施設管理者による相楽発電所取水堰魚道の改良状況

(2) 大河原発電所取水堰魚道

a) 改良による流況の改善

試験的に実施した助走距離創出案による土囊での潜孔の閉鎖により流況が改善し、魚道出口部の潜孔の流速を60~80cm/s程度減少させることができ、一定の改善効果はみられた。

また、平成31年2月には、施設管理者により魚道の破損部の補修とともに、堰板も一新され、潜孔は除去された。

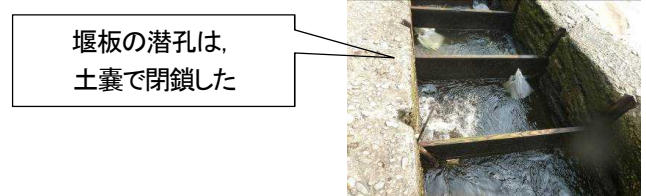


図-8 大河原発電所取水堰魚道の試験的な改良



図-9 施設管理者により実施された魚道の補修と改良(H31.2)

b) 魚類の遡上状況

魚道改良により魚道出口部の落差を改善した状態で、平成26~27年、29~30年に、魚道遡上モニタリング調査を行った。調査は、魚道出口部に定置網を設置し、遡上魚類の全量採捕により行った。

調査の結果、各年でばらつきはあるものの、アユをはじめ、小型のコイ科魚類であるコウライモロコや、夜行性のギギ等、様々な魚類の遡上が確認でき、魚道の機能が改善されていることが示唆された(表-2)。

表-3 相楽発電所取水堰魚道のモニタリング調査結果

種名		H26	H27	H29	H30
		試験改良時		施設管理者による改良後	
ニホンウナギ	底性魚				1
オイカワ	遊泳魚	6		236	12
カワムツ	遊泳魚			3	12
ニゴイ属	遊泳魚	7		42	
コウライモロコ	遊泳魚	9	6	28	
ギギ	底性魚	2	12	6	3
ナマズ	底性魚		1		1
アユ	遊泳魚	1	33	19	7
ギル	遊泳魚	1			
コクチバス	遊泳魚	22		4	
カワヨシノボリ	底性魚	1			
旧トウヨシノボリ類	底性魚				1
ヌマチチブ	底性魚	1			
個体数計	—	50	52	338	37

表-4 大河原発電所取水堰魚道の改善効果(魚道出口部の潜孔の流速の低下)

測定位置	魚道出口部の潜孔の流速(cm/s)	
	改良前	助走距離創出案
出口部潜孔	左_307.3	左_232.2
	右_292.0	右_234.2

b) 魚類の遡上状況

平成26~27年、29~30年に、堰板の追加と潜孔部の閉鎖により、魚道出口部の流況を改善させた状態で、魚道遡上モニタリング調査を行った。調査は、魚道出口部に定置網を設置し、遡上魚類の全量採捕により行った。

調査の結果、アユやオイカワといった遊泳魚を中心に遡上が確認でき、個体数は少ないもののヨシノボリ類等のハゼ科魚類を中心とした底性魚の遡上も確認でき、魚道機能が改善されていることが示唆された。

c) 改良案の検討

大河原発電所取水堰では、施設管理者(関西電力)と河川管理者(木津川上流河川事務所)が検討し、魚道出口を通過するために魚類の助走距離を長く取る改良案(助走距離創出案:魚道出口部の潜孔の直下への堰板の撤去)を検討した。検討案について、モニタリングの調査結果を見ると、アユについては助走距離創出案で多くの遡上

が確認された。一般的に魚類の突進速度は体長の10倍程度とされているが、近年の研究では、体長の20~30倍の速度が確認されている事例が多くあり²⁾、アユのような遊泳力の大きな魚類には助走距離創出案が適しているということが示唆された。

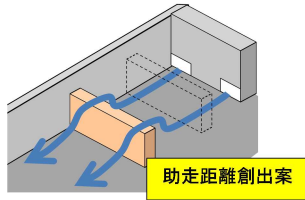


図-10 大原発電所取水堰魚道の改良における案

表-5 大原発電所取水堰魚道のモニタリング調査結果

種名		H26	H27	H29	H30
		試験改良	施設管理者による改良後		
ウナギ	底性魚			2	
オイカワ	遊泳魚	27		13	27
カワムツ	遊泳魚	1		2	7
ニゴイ属	遊泳魚	1	1		1
コウライモロコ	遊泳魚	1			
アユ	遊泳魚		66	100	5
オオクチバス	遊泳魚		2		1
コクチバス	遊泳魚		6		0
ヌマチチブ	遊泳魚		1		
ウキゴリ	底性魚				1
カワヨシノボリ	底性魚	3			
旧トウヨシノボリ類	底性魚				2
ヨシノボリ属	底性魚				
個体数計	—	33	76	117	44

4. 今後の課題

今回の事例では、河川管理者の提案に基づく簡易的な魚道改良案について、施設管理者と意見交換を行いながら、試験的な施工、モニタリング調査、効果の検証を行っていった結果、施設管理者による自発的な魚道の改良や補修がなされた。また、改良の結果、魚道の機能が改善し、多くの魚類等の縦断的な移動に寄与することができた(図-11)。

今後は、これらの機能を継続的に維持していくために、定期的な点検を行いながら、魚道内への堆積物により流況の悪化や破損が生じた場合には、堆積物の撤去や破損箇所の修繕といった管理を行っていく必要がある。

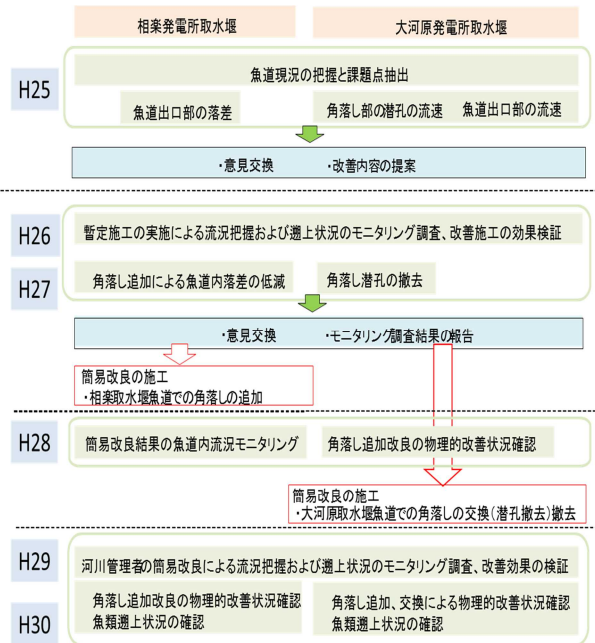


図-11 施設管理者との連携フロー

参考文献

- 1) 和田吉弘. 2000. 魚道の設計で知っておきたいこと. 応用生態工学3(2) : 225-230.
- 2) 鬼束幸樹・秋山壽一郎 山本晃義・渡邊拓也・脇健樹. 2009. 河川に生息する数魚種の突進速度に関する研究～アユ, オイカワ, カワムツ, ギンブナを対象～. 土木学会論文集B 65(4) : 296~307.
- 3) 塚本 勝巳, 梶原 武, 益田 信之, 森 由基彦. 1975. 放流時における人工種苗アユの分散. 日本水産学会誌. 41(7) : 733-737
- 4) 農業水利施設魚道整備検討委員会. 1994. 農業水利施設の魚道整備の手引き. 206pp. 農業水利施設魚道整備検討委員会
- 5) 小山長雄. 1965. 木曾三川河口資源調査団.

文化財の保護と公開・利活用について ～都市公園奈良公園における茶室の復元整備を事例に～

岡崎 拓哉¹

¹奈良県 県土マネジメント部 まちづくり推進局 奈良公園室 (〒630-8501奈良県奈良市登大路町30)

高松塚古墳，平城宮跡等，県内の国指定特別史跡は10件を数え，全国の国指定特別史跡の16.4%を占めているように，本県は歴史的な経緯から数多くの文化財を有している。

このため，本県は埋蔵文化財の取扱い基準を定め，文化財保護に努めてきた一方で，近年，文化庁が文化財の公開・利活用を促進し，本県もその取組の一貫として様々な整備事業を展開していることから，これに伴う調査・計画・設計業務が今後増加することが予想される。

本報告では，文化財の保護と公開・利活用に資する取組の一例として，都市公園奈良公園に位置する高畑町裁判所跡地^{たかばたけちよう}における「茶室の復元整備」を報告するものである。

キーワード 文化財の保護，公開・利活用，都市公園奈良公園，茶室の復元整備

1. はじめに

高畑町裁判所跡地（以下，「当該地」という．）は，都市公園奈良公園の南端に位置し，鷺池と周辺の樹林地が一体となった良好な風致景観が評価され1927年に国指定名勝奈良公園に追加指定を受けた箇所（約1.3ha）である．近鉄奈良駅からは直線距離で約1.2km，JR奈良駅からは約1.3kmに位置する。



図-1 当該地の位置

特に，当該地が位置する高畑町界隈は，明治期から大正期にかけて，志賀直哉旧居を中心に多くの文化人が交流を図り「高畑サロン」と呼ばれるほどの文化的な拠点であった。

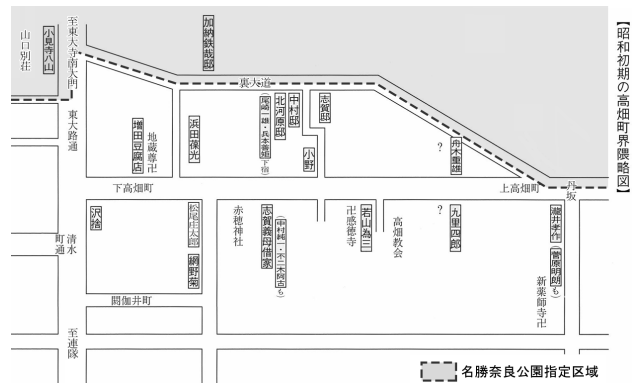


図-2 昭和初期の高畑町界隈略図¹⁾

2. 高畑町裁判所跡地の整備について

(1) 成り立ち

当該地の成り立ちを紐解くと，江戸期までは興福寺の子院「松林院」が立地し，明治期から大正期にかけて大阪の財閥「山口家」が別荘地として利用，1951年に最高裁判所が所有し1995年まで家庭裁判所分室及び官舎として利用した後に，2005年に本県が国から買い入れ，2016年に都市公園奈良公園に編入したものである。

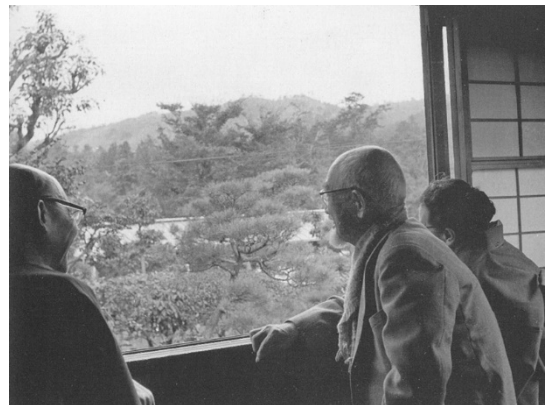


図-3 二階客間から若草山を望む志賀直哉（中央）²⁾

高畑町界隈は、奈良市内でも先行的に水道整備が行われたこともあり、京都市南禅寺界隈と並ぶほどの別荘地開発が進められた場所でもある。当該地もその一画として、山口家当主が、志賀直哉や武者小路実篤等の文化人や芸術家を招き、茶の湯を通じて交流を図っていた。

(2) 課題と整備目的

敷地内には、大正期に山口家が作庭した庭園が現存しており、近代の奈良公園を代表する庭園であると高く評価されている。これを受け、基礎資料の取得を目的に文献調査、発掘調査、庭園調査等を実施し、当該地の価値を①庭園、②風致林、③地形・地割、④興福寺子院松林院の遺構の4点にとりまとめた。

一方で、近年、園池護岸や石灯籠の毀損、竹林の繁茂や塀の倒壊、倒木による人身事故の発生等、十分に維持ができておらず、当該地の価値を損ねていた。



図-4 庭園の毀損状況

このような状況を踏まえ、本県は、「名勝奈良公園保存管理・活用計画」(2011年策定)及び「奈良公園基本戦略」(2012年策定)に基づき、当該地の価値を公開・利活用するため、「日本が誇る庭園文化・茶の湯文化を感じることでできる場の再興」をコンセプトに、「歴史的・文化的価値の高い庭園を主役に、その両脇へ宿泊施設と交流・飲食施設を一体的に整備する」こととし、2020年のまちびらきを目指して整備を進めている。

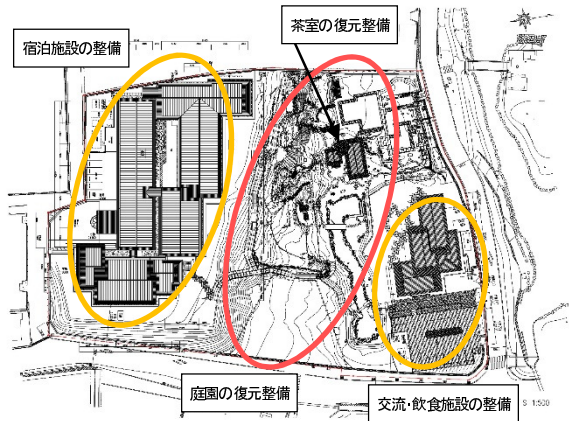


図-5 敷地全体の整備イメージ



図-6 交流・飲食施設(左)、宿泊施設(右)の整備イメージ

3. 茶室の復元整備について

当該地の整備は、民間活力を導入しながら行っている。その役割分担は、「本県が庭園を復元整備」、「民間事業者が宿泊施設と交流・飲食施設を整備」としており、本報告の主題としている茶室は、庭園の復元整備の一環として行っているものである。

名勝指定当時、当該地には庭園を中心に主屋2棟、茶室、腰掛待合、雪隠が建てられていた。敷地内では、巨石を用いた豪壮な滝や、高低差のある地形を巧みに生かした園路や石積み等、様々な眺望を楽しむことができる。このことは眺望を愛でての茶会が流行した大正期の特徴を色濃く残しており、その視点場として茶室は重要な役割を果たしていたことが、古写真及び古地図、庭園の空間構成から推測できる。また、山口家当主が茶家「藪内家」の一員として当該地で茶会を催し、実業家や政治家が訪れた史実からも茶室の重要性が伺える。

このため、茶室の設計検討に当たっては、古写真及び古地図、現存する沓脱石の位置等から、当時の配置、意匠形態、規模を推測し可能な限り復元に努めた。

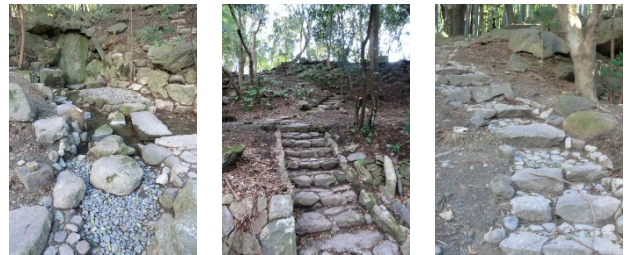
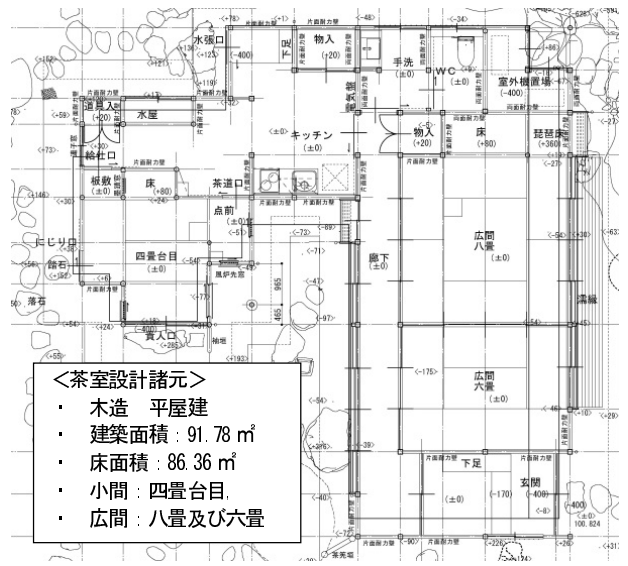


図-7 巨石を用いた滝(左) 地形を生かした園路(中央, 右)



- <茶室設計諸元>
- ・ 木造 平屋建
 - ・ 建築面積 : 91.78 m²
 - ・ 床面積 : 86.36 m²
 - ・ 小間 : 四畳台目
 - ・ 広間 : 八畳及び六畳

図-8 茶室計画平面図



図-9 大正期の茶室(左)、整備イメージ(右)

4. 設計段階における文化財への配慮事項について

(1) 性質が異なる二つの文化財

茶室周辺には、庭園の飛石が地上部に現存し、それ自体が芸術上又は鑑賞上価値が高いものとして、名勝奈良公園の指定を受ける当該地の価値の一部となっている。

一方で、地下部には、中世から近代に係る遺構が埋蔵文化財として二層構造のように存在することを発掘調査で確認している。具体には、地表から約20cmまでの浅い範囲に大正期の茶室に用いられていた東石等の近代の遺構を検出し、地表から約60cmの深い範囲で室町時代と想定される中世の遺構を検出した。

地上部の名勝指定を受けた庭園と、地下部の埋蔵文化財、この性質の異なる二つの文化財が共存していることが茶室周辺の特徴である。



図-10 名勝指定を受ける庭園（地上部）



図-11 近代の地下遺構（地表から約20cmの深さ）



図-12 中世の地下遺構（地表から約60cmの深さ）

(2) 設計検討に当たっての配慮事項

性質の異なる二つの文化財の保護、公開・利活用を前提とした設計検討が必要であったため、「a) 保護対象の優先順位の設定」、「b) 保護対象の状況に応じた設計検討」の順で検討を進めた。

a) 保護対象の優先順位の設定

当該地は、地上部に表出している良好な風致景観が評価され名勝奈良公園の指定を受けている。例えば、中世から近代に係る地下遺構全てに影響が無いよう保護層を設け、その上に基礎を設置する計画では、茶室周辺の飛び石が盛土で埋もれてしまい、最優先で保護すべき名勝としての価値が損なわれてしまうおそれがあった。中世、近代の地下遺構ともに、当該地の成り立ちを伝える重要な文化財ではあるが、近代の地下遺構は大正期の茶室、広くは庭園に関係する地下遺構にとどまることから、茶室の復元整備に当たっては、より文化財的価値が高い中世の地下遺構を保護することを優先すべきと判断した。

このことから、保護対象の優先順位を「地上部の名勝指定を受けた庭園」>「埋蔵文化財（中世の地下遺構）」>「埋蔵文化財（近代の地下遺構）」とした。

b) 保護対象の状況に応じた設計検討

茶室と庭園との関係を壊さないよう、茶家「藪内家」が他地域で建てた茶室等を参考に、現存する小間躰口前、貴人口前、水屋勝手口前の沓脱石と茶室の高さを調整した。

基礎構造の検討に当たっては、中世の地下遺構を保護するため掘削深を60cm未満とした。県取扱基準に基づく保護層厚み、建築基準法に基づく必要根入れ、ボーリング調査で確認した地耐力等を踏まえ、基礎の厚みを抑えるため配筋本数を増やした。さらに、庭園の一部である沓脱石や石積み等に干渉しない、近代の地下遺構に極力影響のないよう、基礎形状は布基礎（偏心基礎）とした。また、撤去した当時の茶室の東石は再利用することとした。

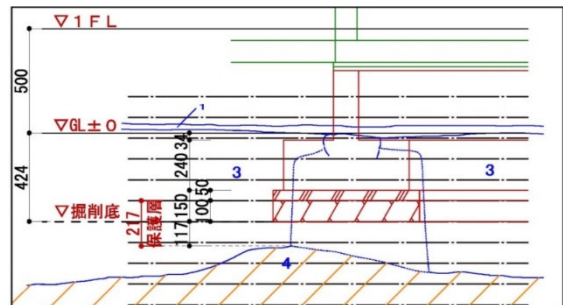


図-13 茶室基礎と中世の地下遺構の関係イメージ

(3) 関係機関との協議

「茶室の復元整備」を含む整備が当該地の価値をより高めるものとなるよう、2010年から有識者委員会、文化庁、奈良市から幅広く深く意見を伺ってきた。

5. 文化財の保護と公開・利活用の取組への提案

当該地では、以上のプロセスを経て工事に着手し、名勝奈良公園として文化財の保護を図るとともに、都市公園奈良公園として一般公開し、当該地の価値を公開・利活用すべく適切に工事を進めているところである。

本事業を一例に、今後増加が想定される文化財の保護、公開・利活用に資する整備事業の実施に当たっては、調査・計画・設計において、以下の3点に留意し取組が進められることが望ましいと考える。

- ・基礎調査の必要性（文献調査、発掘調査、庭園調査等）
- ・柔軟な設計検討の必要性（保護対象の優先順位、保護対象の状況に応じた設計検討、資材の再利用等）
- ・関係機関との十分な協議の必要性（有識者委員会、文化庁、地方自治体文化財部局）

6. おわりに

2020年のまちびらきに向けて、今後は、「掘削を伴う工事に際して、重要な遺構等が検出された場合の設計変更等」、「文化庁をはじめ、関係機関との継続協議」、「更なる奈良公園の魅力向上に資する当該地の運営方法の確立」に取り組み、着実に事業を進めていきたい。

謝辞：本報告を含み、当該地の事業推進に当たっては、京都造形芸術大学日本庭園・歴史遺産研究センターの尾崎教授、仲教授、荻野氏をはじめ多くの方にご尽力いただいていることをこの場をお借りしてお礼申し上げる。

参考文献

- 1) 『名勝奈良公園保存管理・活用計画』，奈良県，2011
- 2) 『志賀直哉旧居の復原』，学校法人奈良学園，2009

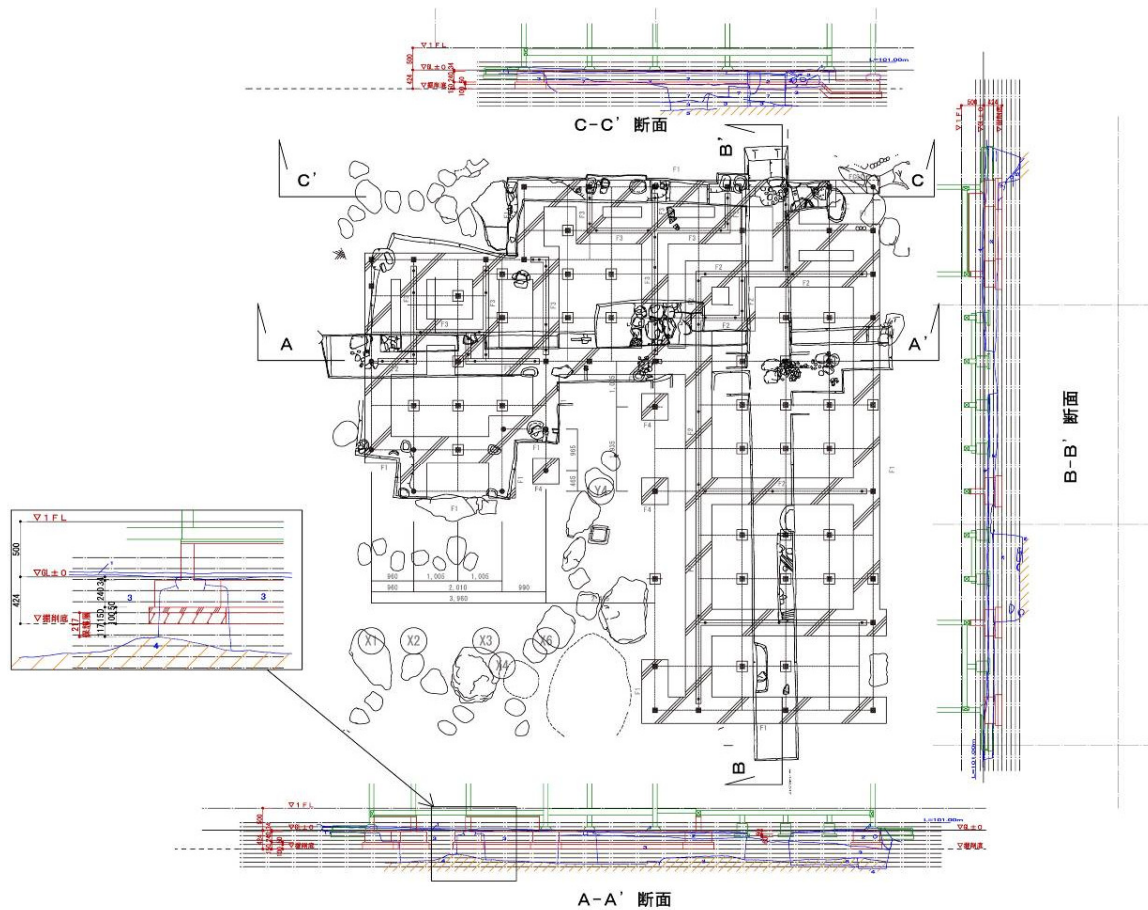


図-14 茶室基礎伏図、地下遺構と基礎断面図の関係



図-15 高畑町裁判所跡地の整備の進捗状況（左：園池，中央：石積み，右：茶室及び滝周辺）

一庫ダムの水質状況と選択取水設備 の効果的運用の検証

阿部 剛¹

¹独立行政法人水資源機構 一庫ダム管理所

一庫ダムでは、貯水池へ流入する栄養塩が多く 1983 年（昭和 58 年）4 月から管理開始以降、毎年のように水質障害が発生してきた。この事象を改善するため、これまでに浅層曝気循環設備（以下「浅層曝気」という。）の設置及び増設を実施し、貯水池の水質改善を図ると共に、選択取水設備の運用により、放流水の水質にも留意し、ダム下流の水道事業者等に与える影響を軽減するため努めてきた。

本件は、これまでの浅層曝気の運用状況、水質障害発生状況、水質障害に起因する植物プランクトンの発生状況などを取りまとめ、一庫ダムの水質状況を再確認するとともに、貯水池及び放流水の水温、クロロフィル a の関係から選択取水設備の効果的な運用について検証したものである。

キーワード 選択取水設備、浅層曝気循環設備、水温、植物プランクトン

1. はじめに

一庫ダムでは、2006 年（平成 18 年）から浅層曝気の運用を開始しているが、当初は深層曝気設備（以下「深層曝気」という。）の余剰空気を利用したものとなっており、その後深層曝気の更新に合わせて、浅層曝気についても、順次更新及び増設を進めてきた。更新及び増設は 2010 年（平成 22 年）までに終了し、2011 年（平成 23 年）から浅層曝気フル運転を開始している。

取水設備は、維持管理がシンプルであり、堤体内巻き上げが可能で、水質を悪化させない程度の水密を確保し、取水効率良く選択取水可能なゲートとして多段式円形ゲートを採用し今日までその役目を担っている。

本件は、浅層曝気フル運転以降の水質障害発生状況、水質障害に起因する植物プランクトンの発生状況などを取りまとめ、一庫ダムの水質状況を再確認するとともに、貯水池及び放流水の水温、クロロフィル a の関係から選択取水設備の効果的な運用について検証したものである。

2. 一庫ダムの水質状況

2. (1) 水質保全設備の運用状況

一庫ダムの水質保全設備は、**図-1** に示すとおり、選択取水設備 1 門、浅層曝気 4 基、深層曝気 2 基（浅層曝気併用型）の設備で運用している。

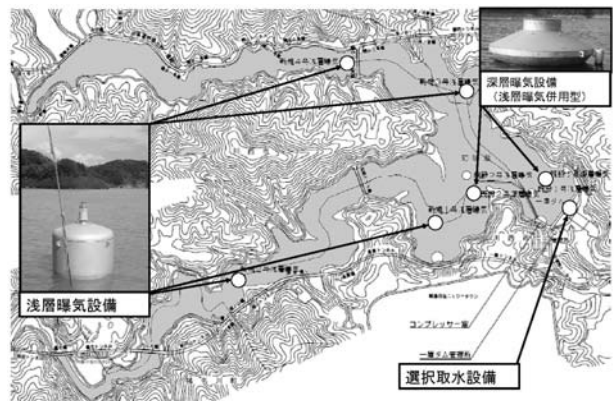


図-1 水質保全設備位置図

一庫ダムの浅層曝気は、流入水温の上昇により貯水池の水温が上昇し始める 4 月初旬を目処に 4 基の運転を開始し、貯水池水温が循環する 11 月末まで運転している。

深層曝気は、下流の河川環境と稲作時期を考慮し、

取水深 10m 水温が 15℃以上を目標として概ね 5 月上旬に 2 基の運転を開始し、浅層曝気同様に貯水池水温が循環する 11 月末まで運転している。但し、底層 DO が 2 程度まで低下する、ないし、低下する兆候が見られれば、時期に関わらず運転を開始するものとしている。

選択取水設備は、放流量 12.5m³/s 以下であれば、表層、中層、底層と取水深を自由に変更することのできる設備である。水温、濁度、クロロフィル a、植物プランクトンなどを考慮した上で、良好な水質の層を選択し放流することで、下流河川に与える影響をより軽減するため、管理開始当初からその役目を担っている。

水質保全設備の諸元を表-1 に浅層曝気の運用状況を表-2 に示す。

表-1 水質保全設備の諸元

浅層曝気装置諸元		選択取水設備諸元	
型式	散気管方式	型式	鋼製多段式円形ゲート
給気装置	2台	門板	1門
曝気循環装置	4基	ゲート段数	7段
吐出圧力	0.6-0.85Mpa	取水条件	表層、底層、任意層選択取水
吐出空気量	3m ³ /min(1基)	取水範囲	EL.149.0m~EL.108.0m
設置方式	水位追従式	取水深	1.5m
保留設備	ストップファンク固定	管口径	4.0m
深層曝気装置諸元(浅層曝気併用型)		設置位置	BL9中心、ゲム軸より上流6m
型式	水没形アフリ方式	水密方式	円周部水密ゴム方式
給気装置	2台	扉高	49.94m
曝気循環装置	2基	開閉装置	ワイヤードラム巻取式
吐出圧力	0.69Mpa	上段扉用	1台
吐出空気量	1.6m ³ /min(1基)	下段扉用	1台
設置方式	湖底設置式	開閉速度	0.3m/min
保留設備	チェーン式保留用ファンク固定	操作方式	機側、遠方及び遠方自動制御

表-2 浅層曝気の運用状況と水質障害発生状況

	水質障害											
	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
H01 (2019)												
H00 (2018)												10/24 a, 2/27 a, 2/27 a
H29 (2017)						6/29 b/a, 2/27 a, 7/10						
H28 (2016)												
H27 (2015)												
H26 (2014)										10/17 a, 12/11/14		
H25 (2013)						6/18 b/a, 2/27 a, 7/10		8/19 b/a, 2/27 a, 2/27 a				11/1
H24 (2012)												
H23 (2011)						7/20 b/a, 5/15 2012 a, 2/27 a, 7/10, 11/1						10/14

凡例 ()内の「a,b,c,d,e」: 発生場所(a:貯水池全面 b:ダムサイト付近 c:流入部付近 d:湖心部 e:貯水池直設部の流入部)
 丸数字: アオコレベル(0~6)
 ■ アオコ
 ◀▶ 浅層曝気管理装置稼働期間

は時期や水質状況に応じてこまめに変更していたこの期間は、毎年のように貯水池の広範囲に長期間アオコが発生していた。

2010年(平成22年)からは浅層曝気の開始時期を4月初旬と早め、尚且つ運転期間を延ばして11月下旬頃までとした連続運転を始めた。

浅層曝気のフル運転を開始した2011年(平成23年)以降も浅層曝気の運用期間、運転方法並びに取水深は、2010年(平成22年)と同様な運用を行っている。

その結果、表-2 水質障害発生状況に示すとおり、アオコの発生規模及び発生期間は、徐々に縮小し近年、アオコの発生はほとんど見られなくなっている。

2. (3) 貯水池の植物プランクトン発生状況

一庫ダム貯水池では、2010年(平成22年)まではマイクロキスティスを主な種とした、アオコが毎年のように発生し、概ね6月から11月までの半年間に渡り水質障害が発生していた。

2011年(平成23年)は、7月から10月までの3ヶ月間、2013年(平成25年)は小規模ながらも4ヶ月間に渡り、アオコが発生している。アオコの発生した年は、マイクロキスティス細胞数の高いことが図-2からも確認できる。

以降、マイクロキスティスの細胞数は少なくなってきており、概ね右肩下がりの傾向が見受けられ、長期間に渡るアオコは発生していない。

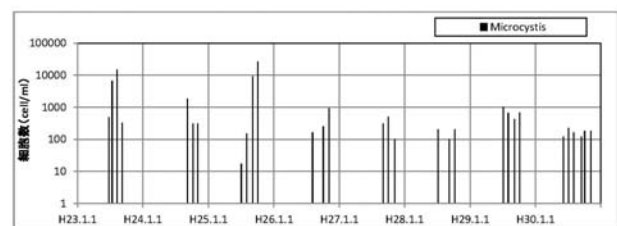


図-2 ミクロキスティス発生量の変化 (ダムサイト地点、表層 0.5m 地点)

2. (2) 浅層曝気の運用と貯水池の水質障害発生状況

浅層曝気の運用について、2006年(平成18年)から2009年(平成21年)頃までは、断続的かつ運転期間を短くした運転を行っており、尚且つ取水深

3. 選択取水設備の効果的運用方法の検証

3. (1) 放流水温

一庫ダムでは、稲作時期や鮎の遡上時期(概ね 5

月中旬から10月下旬)に併せ目標放流水温を15℃以上として選択取水設備の取水深に留意してきた。

取水深は、2011年～2013年(平成23年～平成25年)までは原則5m、それ以降は原則10mで運用を行っているが、いずれの年も概ね目標放流水温を超えており、取水深10mであっても、放流水温に関して問題ないことが、**図-3**、**図-4**から確認できた。

なお、2012年(平成24年)6月、2013年(平成25年)6月頃に放流水温が一時的に10℃近くまで低下しているのは、出水により常用洪水吐から放流したことによるものである。

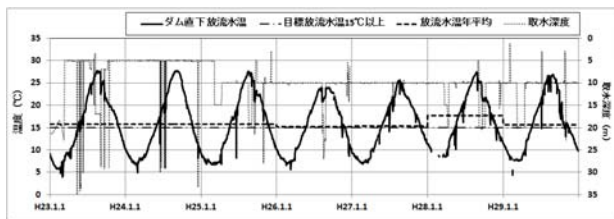


図-3 放流水温の状況(日平均値)
(取水深度は9時値)

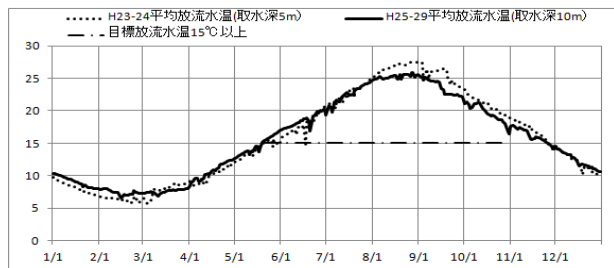


図-4 放流水温の状況(日平均値)
(取水深別平均放流水温)

3. (2) ダムサイトとダム直下クロロフィルaの関係

図-5は、ダムサイト表層の水質自動観測データの水温である。成層期は、浅層曝気の運用により表層から中層付近は循環されるため、0.5m、5.0m、10.0mの、どの層の水温も大きな差はないと確認できる。

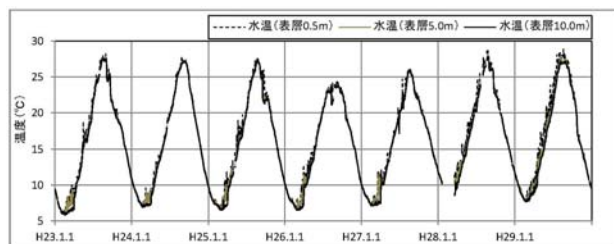


図-5 ダムサイト表層水温の比較

図-6は、ダムサイト表層の水質自動観測データのクロロフィルaである。

クロロフィルaの場合は、水深の深い層ほど数値は低く、取水深10mの優位性が確認できる。

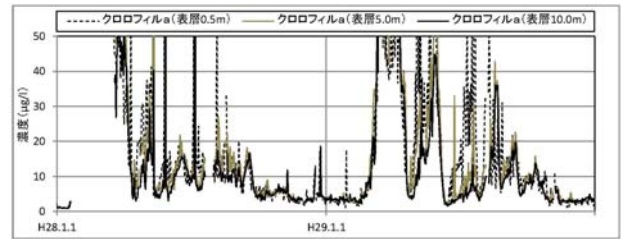


図-6 ダムサイト表層クロロフィルaの比較

図-7、**図-8**は、定期採水調査データでダムサイトとダム直下を比較したグラフである。

ダムサイト表層(0.5m)で突出した値とダム直下の値を見比べると、ダム直下の値は大幅に下がっていることが伺える。これは、取水深5mより取水深10mの良質な層から放流されたことや放流により希釈されたことが考えられる。

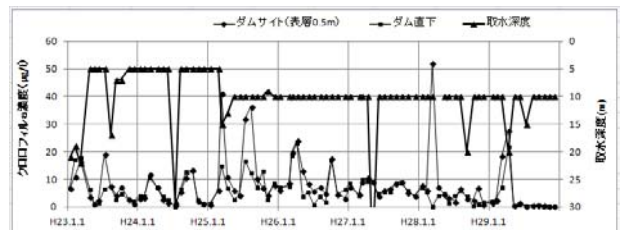


図-7 ダムサイト(0.5m)とダム直下の比較
(クロロフィルa)

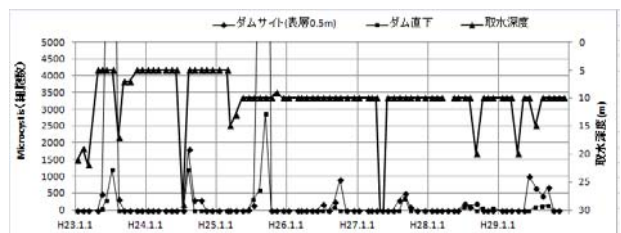


図-8 ダムサイト(0.5m)とダム直下の比較
(植物プランクトン:マイクロキスティス)

3. (3) 選択取水設備の最適取水深

浅層曝気の運用と取水深5m、10mの運用とこれまでの放流水温やクロロフィルa等の経年変化を確認した結果、2011年から2017年(平成23年から平成

29年)まで間、突出した時はあるものの全体的に概ね右肩下がり傾向である。さらにダム下流の水質も良好であり、近年はダム下流の利水者である兵庫県多田浄水場や池田市古江浄水場から苦情等もなく、現状において特筆すべき問題は見当たらない。

よって、現在運用している取水深 10m は、概ね適当であると考えている。

3. (4) 2018年7月豪雨後の選択取水設備の運用状況

2018年(平成30年)7月5日から8日の明け方にかけて降った豪雨により、貯水池は一面濁水状態と化した。

さらに、豪雨が明けてからは猛暑続きにより、7月下旬に襲来した台風12号の出水を除き、8月上旬にかけてダム直下及びダム下流河川(銀橋地点)の水温は右肩上がりで上昇し続けた。8月初旬にはダム下流河川(銀橋地点)の水温は30℃に達したほどであった。

これらの対応として、一庫ダムでは目的に応じて取水深を10mからその都度変更を行い、選択取水設備を最大限に活用した柔軟な対応を行った。

○濁水軽減放流

濁度の低い層から放流し、下流の濁水軽減を図る。

○温水低減放流

濁度層を避け低めの水温層から放流し、下流河川の水温上昇の低減を図る。

○藻類軽減放流

植物プランクトンの細胞数が高い層を避けて放流し、上水処理負担の軽減に寄与する。

図-9に7月からの放流水温、濁度、選択取水深度の日々の記録を示す。

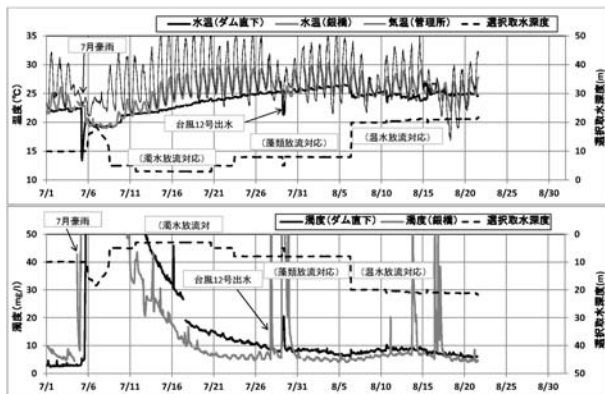


図-9 洪水調節前後の放流水温と濁度の推移

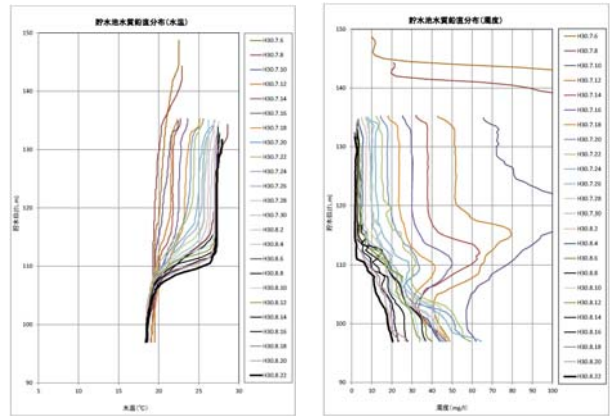


図-10 洪水調節前後の貯水池水温と濁度の推移(ダムサイト地点)

4. まとめ

一庫ダムでは浅層曝気の運用と2013年度(平成25年度)から実施した取水深10mでの運用により、現在に至って大きな水質障害は発生していないことから、今後もこの取水深10mを基本とした運用を行っていくものとし、洪水による濁水放流や猛暑による温水放流、植物プランクトン増殖などが懸念される場合には、状況に応じて柔軟に取水深の変更を図り、利水者に良質な水をお届けできるよう努めていくことが我々の使命であると考えている。

また、多くの方が訪れる知名湖(一庫ダム貯水池)を憩いの場としてこれからも気持ちよく利用していただけるよう維持管理にも精一杯努めていく所存である。

謝辞:最後に、知名湖(一庫ダム貯水池)は管理開始後から30年近く水質障害に悩まされ続けてきました。現在のような良質な水をお届けすることができるようになったことは、ひとえに先人達の苦悩と英知の集大成によるものであるといっても過言ではない。

この場を借りて深く敬意を表するものである。

生態系に配慮した魚道等の整備について ～圃場復元とコウノトリ育む農法の拡大へ～

田中 祐行¹

¹近畿地方整備局 豊岡河川国道事務所 調査課 (〒668-0025兵庫県豊岡市幸町10-3)

兵庫県豊岡市を流れる円山川は、平成16年10月に発生した台風23号の甚大な被害を受け、河川激甚災害対策特別緊急事業により河道掘削等の河川改修が進められてきた。河道掘削により発生する膨大な浚渫土砂を仮置きするため、下鶴井・野上地区の圃場34haを借地した。そして、事業の完了を受け、平成26年から平成28年にかけて圃場を復元し、地権者へ返還するとともに、生態系に配慮した水路と水田魚道を整備した。

本稿では、圃場復元を行うにあたり、河川～水路～水田をつなぐ生態系ネットワーク構築を目的とした、水路と水田魚道整備による効果検証についての取組み事例を報告するものである。

キーワード 圃場復元、環境配慮型水路、水田魚道、整備効果

1. はじめに

円山川は、朝来市生野町円山に源を発し、山間部を流れた後、豊岡盆地を緩やかに蛇行しながら流れ、豊岡市の津居山で日本海に注ぐ一級河川である。



図-1 円山川流域図

豊岡盆地は、国の特別天然記念物であるコウノトリの我が国最後の生息地であった。現在では、「兵庫県立コウノトリの郷公園」において、飼育下での保護増殖が進められているほか、遺伝的多様性に配慮するため、国内各地で飼育が行われている。その取組を推進すべく、兵庫県が中心となり「コウノトリ野生復帰推進連絡協議会」を立ち上げた。産・官・学・地域から組織された協議会であり、各団体によるコウノトリ野生復帰に関し

た取組みについて情報交換を行う場として重要な役割を果たしている。

また、豊岡では広大な農地を利用した米作りが盛んで、「コウノトリ育む農法」が推奨されている。コウノトリが1年を通して田んぼで採餌出来る環境を持続させるため、無農薬・減農薬、冬季湛水や深水管理を行うことにより、コウノトリを付加価値としてブランド米化し、お米の取引価格アップにつなげている。

こうしてコウノトリの野生復帰の取組みは、地域に大きな経済効果を生み出していると言える。

コウノトリの野生個体が増加すると共に、コウノトリ育む農法を採用する営農者が年々増えてきており、生物の生息できるエリアがどんどん広がってきている。しかし、ほとんどの田んぼには水路と落差が生じており、連続性が確保されておらず、生物が棲みやすい環境が整っているとは言えないのが現状である。

以上のことから、圃場において生態系に配慮すべき事項は、水路と田んぼの連続性を確保し、生物が生息できる環境を拡大することが重要であると考えられる。

2. 下鶴井地区圃場復元整備の概要

円山川、出石川は平成16年10月の台風23号により、立野地区と出石町鳥居地区の2箇所破堤、29箇所越水するなどして、死傷者58名、浸水家屋7,944戸という甚大な被害を受けたことにより、円山川は河川激甚災害対策特別緊急事業に認定され、河道掘削、築堤、堤防強化などの緊急的に治水対策事業が行われた。

河道掘削においては膨大な浚渫土砂が発生するため、事業進捗を図ることを目的に、浚渫箇所

広大な土地が広がる豊岡市下鶴井・野上地区の圃場を借地することとした。そして、事業の完了を受け平成26年から平成28年にかけて圃場を復元し、地権者へ返還するとともに、生態系に配慮した水路と水田魚道を整備した。

下鶴井・野上地区圃場は、円山川右岸8.8k~10.2k付近に位置している(図-2)。なお、下鶴井・野上圃場整備に先立って、隣接する赤石地区では平成13年度から環境に配慮した生態系配慮型水路整備が進められていた。



図-2 下鶴井地区圃場の位置

2.1 経緯

激特事業の実施により生じた掘削土砂の一部を下鶴井地区・野上地区の水田を借地し仮置きしていた。

仮置き土砂の搬出後に水田を復元し、地権者に返還する際に、農地の復旧方法及び水生生物の生息環境や移動に配慮した水路、水田魚道の設置について、検討し整備する必要があった。

なお、下鶴井圃場整備に際して、平成26年3月に学識経験者からなる「下鶴井地区圃場復元検討会」を設立し、検討事項について様々な観点から審議し、指導・助言をいただきながら本取組みを実施した。

2.2 農地の復旧方法

借地前の田面高はEL0.4~0.8mと1枚毎に違っていたため、基盤入替・盛土等により、対象区間の田面高をかさ上げしてEL0.8mに統一した。

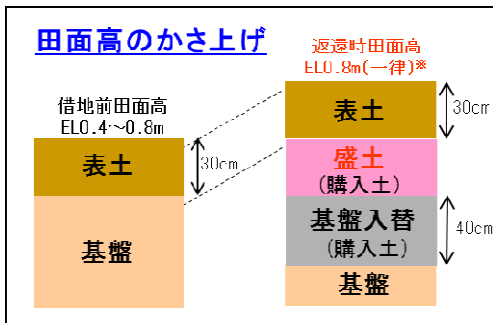


図-3. 農地の復旧方法

2.3 水路の復旧方法

水路の復旧方法に際しては、コウノトリの餌資源の増加に資する工法を重視して、

- ①コウノトリの採餌のため、田面での生物繁殖を促す
⇒水田魚道の整備
- ②水路の餌資源を増やすため、水路の構造に配慮する
⇒水路内に魚巣を配置する
⇒植物が生育できる土羽を確保する

③カエル等が水路~水田を移動できるよう水路壁面を工夫する⇒水路壁面に斜路を設ける等の考えに基づき、以下の2水路型(カゴボックス・ブリードロック)を採用した。



①カゴボックス型 ②ブリードロック型

図-4 水路の復旧方法

2.4 水田魚道の設置

水田魚道の設置に際しては、水田1筆(3000m²)あたり1箇所水田魚道を設置することを基本方針とした。

水田魚道の構造については、赤石地区で採用し、効果の見られ



ハーフコーン型魚道 図-5 水田魚道

3. 環境に配慮した水路

3.1 水路の形状と配置

環境配慮型水路として、土の部分があり、水際に植物の生育が期待でき、水際植物の生育により、魚類等の生息場・休息場を提供できるカゴボックス型及びブリードロック型を採用した。ブリードロック型はブロック自体に斜路があるため、カエル等がブロックの斜路を通って水路~水田を移動することが期待できる。

水路を違うタイプで整備し、それぞれの効果について検証する。環境配慮型水路の位置を図-6に、水路の現状を図-7に示す。

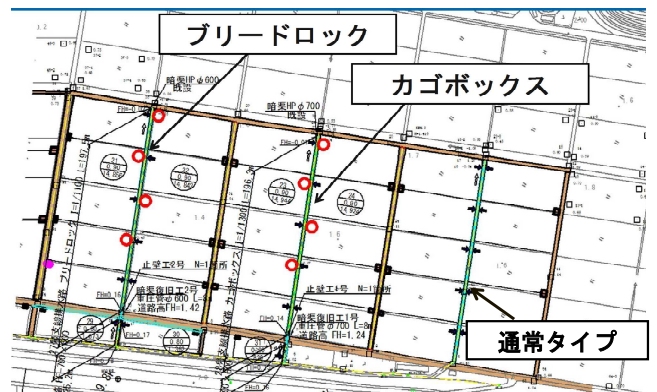


図-6 環境配慮型水路の位置

4. 水田魚道

4.1 水田魚道のモニタリング調査

4.1.1 水田魚道遡上調査

水田魚道を整備したことにより、流域内で再生された生態系ネットワーク(河川～水路～水田)の効果を検証するため水田魚道遡上調査を行うこととした。水田魚道遡上調査は平成27年度から令和元年6月まで継続して調査している。調査時期の選定にあたっては、田んぼを産卵場として利用する魚類である、ナマズ、ドジョウ、フナ類を対象種とし、田んぼに水を張る田植え時期(5月初旬～中旬)と、田んぼの水を抜く中干し前(5月下旬～6月上旬頃)とした。なお、通常タイプ水路には魚道を整備していない。

4.1.1.1 調査方法

平成30年度の調査位置を図-11に示す。また、遡上魚を採捕する網の設置状況とビデオ撮影の状況(一昼夜のビデオ撮影を4日連続で実施)を図-12に示す。

調査では、遡上した「魚種」「個体数」「体サイズ」を記録するとともに、「水面落差」「越流水深」「堰上版勾配」を計測した。

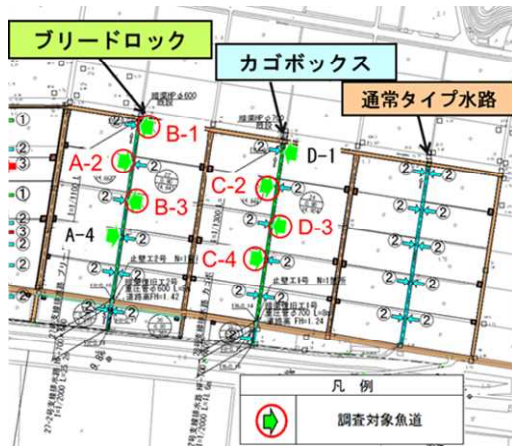


図-11 水田魚道遡上調査の位置



図-12 採捕する網の設置状況とビデオ撮影状況

4.1.1.2 調査結果

田植え時期の調査結果を表-4に、中干し前の調査結果を表-5に、ビデオ撮影の結果を表-6に示す。

【田植え時期】

- ギンブナ、タモロコ、ドジョウ、ナマズ、メダカの遡上を確認された。
- 水田の水管理(排水量)による越流水深と水面落差の大きさに関係は見られなかった。

- 遡上したギンブナ、タモロコ、ドジョウ、ナマズは多くの個体が成熟個体であり、産卵のために遡上したと考えられた。

表-4 水田魚道の遡上調査結果(田植え時期)

田植え時期:水田魚道の遡上調査結果 (フ):ブリードロックに設置された水田魚道 (カ):カゴボックスに設置された水田魚道

No	種名	4/30-5/1(給水)					5/1-5/2(給水)					5/3(補足)					計
		A-2(フ)	B-1(フ)	B-3(フ)	C-4(カ)	D-3(カ)	A-2(フ)	B-1(フ)	B-3(フ)	C-4(カ)	D-3(カ)	A-2(フ)	B-1(フ)	B-3(フ)	C-4(カ)	D-3(カ)	
1	コイ																
2	ギンブナ								5	1		1	3	1			11
3	フナ属																
4	タイリクバラタナゴ																
5	タモロコ		3	7	31	2	9		2	24						2	80
6	ドジョウ			1	2					1					1		5
7	ナマズ						1	7				1	1	2	1		5
7	メダカ			1													1
計			3	9	33	2	10	12	2	26	1	2	5	2	3	5	115

【中干し前】

- コイ、フナ属、タイリクバラタナゴ、タモロコ、ドジョウ、ナマズの遡上を確認された。
- 水田の水管理(排水量)による越流水深と水面落差の大きさに関係は見られなかった
- 個体数の最も多かったコイの平均体長は30mmで当歳魚であった。
- タモロコは、田植え時期よりも小さい個体も確認され、田植え時期は成魚が遡上し、中干し前は成魚とともに当歳魚も遡上したと考えられる。
- ドジョウ・ナマズは、全てが成熟個体であった。
- フナ類は、当歳魚と1歳魚も遡上したと考えられる。

表-5 水田魚道の遡上調査結果(中干し前)

中干し前:水田魚道の遡上調査結果 (フ):ブリードロックに設置された水田魚道 (カ):カゴボックスに設置された水田魚道

No	種名	A-2(フ)		B-1(フ)		B-3(フ)		C-2(カ①)		C-2(カ②)		C-4(カ)		D-3(カ)		計
		6/5	6/6	6/5	6/6	6/5	6/6	5/31	6/1	6/5	6/6	6/5	6/6	6/12	6/13	
1	コイ			8	1	23			18	1	1					52
2	ギンブナ					1			8	1						10
3	フナ属					1	2									4
4	タイリクバラタナゴ								1							1
5	タモロコ					9	3	24	3		3					42
6	ドジョウ					1		2								3
7	ナマズ								4							4
7	メダカ															
計				8	3	35	3	34	27	1	4				1	116

【ビデオ撮影】

- フナ類、タモロコは夕方に遡上し、夜行性のドジョウは日没から夜半にかけて遡上する傾向が見られた。

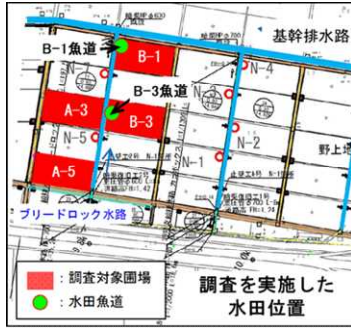
表-6 ビデオ撮影結果

種名	遡上/降下	5月3日								計
		16	17	18	19	20	21	22	23	
フナ類	遡上		1							1
	降下									0
タモロコ他	遡上		6	1						7
	降下		1							1
ナマズ	遡上					6	5	1		12
	降下					1	3	1	2	7

種名	遡上/降下	5月4日								計
		16	17	18	19	20	21	22	23	
フナ類	遡上									0
	降下									0
タモロコ他	遡上									1
	降下									0
ナマズ	遡上									2
	降下							1	1	2

4.1.2水田降下調査

水田降下調査は平成30年6月の中干し前に実施した。実施した水田位置と排水口の形状（魚道の有無）を図一13に示す。



図一13 水田降下調査位置と排水口の形状
調査結果を表一7に示す。

- コイ、フナ類、タモロコ、ドジョウ、ナマズ、メダカの降下が確認された。
- 最も個体数が多かった魚種は、タモロコで総個体数の77%を占めた。次いで、個体数が多かった魚種は、ドジョウ（総個体数の18%）、ナマズ（総個体数の3%）であった。
- 水田魚道の有り・無しにより降下数の違いも見られたが、水田の水管理（排水量の差）による違い<B-3の排水量が多かった>も影響していると考えられる。
- タモロコの体長は11～34mm、平均体長21.4mmであったことから、ほぼ全ての個体が水田で孵化したものと推測される。
- ドジョウの体長は14～97mmであり、大半の個体は30mm以下であったことから、多くは水田で孵化したものと推測される。
- タモロコ、ドジョウ、ナマズは、降下個体よりも遡上個体の方が大きいことから、これらは圃場へ遡上して産卵し、孵化した個体群が降下調査で確認されたと推測される。
- コイは、当歳魚が水田に遡上し、降下が確認され、メダカは、成魚が水田に遡上し、降下が確認されたと推測される。

表一7 水田降下調査結果

No	種名	魚道なし		魚道あり		計
		A-3	A-5	R-1	R-3	
1	コイ		1	2	2	5
2	フナ類	10	1			11
3	タモロコ	5	4	2		959
4	ドジョウ		2			227
5	ナマズ		1	1		37
6	メダカ				1	1
	個体数	15	9	5	1,226	1,255
	種数	2	5	3	5	6

注) 調査期間は以下のとおりである

A-3:平成30年6月26日～27日、A-5:平成30年6月26日～27日
R-1:平成30年6月17日～18日、B-3:平成30年6月25日～27日

5. 考察

本取組みを行うにあたり、課題となっている河川～水路～水田の連続性の確保について、モニタリング結果を踏まえて以下のとおり考察する。

5.1環境配慮型水路の効果について

通常タイプ水路、カゴボックスタイプ、ブリードロックタイプの3種類の効果については、それぞれに大きな違いが見れなかったが、通常タイプ水路よりカゴボックスタイプ、ブリードロックタイプの2種類の方がフナ類・ドジョウ・ナマズなどの稚仔魚が多く確認されていることから、生育の場として利用されており、環境配慮型水路の効果を確認することが出来たと考えられる。また、カエルについては通常タイプ水路で多く確認されているが、水路に落ちた個体は水路を登れず停滞してまったためであると推察される。一方の環境配慮型水路はカエルが登りやすいよう工夫された水路であることから、移動が可能となるため、確認個体数が少なかったと推察されるので、環境配慮型水路の効果を確認することが出来たと考えられる。

5.1水田魚道および堰板改良の効果について

田植え時期、中干し前の遡上調査ではナマズ・タモロコの成熟個体が多く確認されていることから、産卵のために魚道から田んぼへ遡上していることが確認出来た。

中干しのための落水による降下調査では、ナマズ・タモロコの稚仔魚が確認されていることから、田植え時期に遡上した成熟個体が産卵し、孵化したものと考えられる。

ここまでの結果を踏まえると、水路と水田魚道を通じて魚類の一連の生活サイクルを確認することができたことで、河川～水路～水田の連続性が確保されていることが言える結果となった。

6. 今後の展望

本取組を今後いかに広報し、活用していくかが今後の展望であると考えている。平成30年度の終わりにかけて下鶴井地区周辺の田んぼでは新たに圃場整備が進められ、各田んぼに魚道を整備し、魚類等が遡上しやすいように環境に配慮した取り組みを行っている。そこに堰板改良の効果など、自治体や営農者に対して本取組で得られた知見についてアピールし、理解していただいた上で広く活用してもらうことが必要であると考えている。また、コウノトリ育む農法とタッグを組み、さらに生物にとって住みやすい環境を創出することで、農法の需要の拡大に繋がり、地域の農業全体へ本取組みが波及することを期待している。

7. 終わりに

円山川下流域および周辺水田は水鳥の生息地として国

際的に重要な湿地として認められ、平成24年にラムサール条約湿地登録され、平成30年10月にはさらに上流区間が拡張登録されている。

しかし、本取組の舞台である下鶴井・野上周辺の水田はまだ登録されていない。今後、本取組が波及し水鳥にとって住みやすい環境をさらに拡大していき、追加登録につながるよう本取組みを推進していきたい。

最後に、下鶴井圃場復元に際し、快く調査協力頂いた営農者の方々と、環境配慮に関する助言や指導を頂いた、検討会の委員の皆様には謝意を表す。

ダム下流治水安全度向上と 地域活性化への取り組み ～名張かわまちづくり 一体型浸水対策事業（I期）～

宮成 慶¹・國松 史裕²

¹木津川上流河川事務所 工務課（〒518-0723三重県名張市木屋町8 1 2 - 1）

²木津川上流河川事務所 工務課（〒518-0723三重県名張市木屋町8 1 2 - 1）

引堤事業（浸水対策事業）を進めている名張川黒田地区周辺では、歴史的資源が豊富で、またこれまで花火大会などの行事なども盛んに行われており、「名張の玄関口」としての機能を有している。これらの地域特性より、引堤事業とあわせて親水性を高める河川整備も一体的に実施し、地域の川を活かした様々な活動を支援する名張かわまちづくり事業を進めることとなった。

現在、名張市を中心に地域で活動する各種団体で構成される名張かわまちづくり協議会が設立され、国が進める名張川改修事業との連携により地域活性化に繋がる取り組みを進めており、これまでの取り組み状況及び今後の展望について報告する。

キーワード 引堤事業、かわまちづくり、地域活性化

1. はじめに

名張川においては、河川整備計画に基づき昭和28年台風13号に対して洪水を安全に流下させ、かつ上流ダム群（青蓮寺ダム、比奈知ダム、室生ダム）が本来有している洪水調節機能を発揮できるよう築堤及び河道掘削による改修を進めている。

一方、名張川周辺は初瀬街道沿いの宿場町などの歴史的資源が豊富で、祭礼や納涼花火大会といった伝統行事なども盛んに行われており、「名張の玄関口」としての機能を有している。

これらの地域資源や地域の知恵を活かした「名張かわまちづくり計画」が平成31年3月8日に新規登録されたことを受け、黒田地区の引堤にあわせ、名張川の河川空間を活かしたまちづくりを進めることとなった。

現在、名張市を中心に地域で活動する各種団体（地域まちづくり団体、商工会議所、観光協会、教育委員会、漁協、NPO、近畿日本鉄道（株）、地元区長）で構成される名張かわまちづくり協議会が設立され、国が進める名張川改修事業との連携により地域活性化に繋がる取り組みを進めており、これまでの取り組み状況及び今後の展望について報告する。

名張川は大雨や台風による洪水で、これまでに甚大な被害を受けてきた。

昭和28年9月台風13号では、名張市で浸水戸数967戸となるなど甚大な被害をもたらした。淀川水系河川整備計画において、「名張川において、昭和28年台風13号洪水を安全に流下させるために引堤及び河道掘削を実施する」と定められた。

また、昭和34年9月伊勢湾台風では、2日雨量368ミリ、名張市内で浸水戸数2284戸、湛水面積1540haを記録し、豪雨により名張川が数カ所で決壊氾濫し、橋の流失が相次ぎ、濁流が市街地の高台を除く全域に流れ込み、繁華街は泥海となった。浸水被害をはじめ、家屋流出など、人命財産に多大なる被害をもたらした。（写真-1）

その後も出水による被害を受けており、近年では、平成29年10月台風21号で2日雨量366ミリを記録し名張川支川宇陀川で溢水による浸水被害も発生した。

2. 名張川における洪水の歴史と改修事業

(1) 洪水の歴史



写真-1 昭和34年9月伊勢湾台風により流出した新町橋

(2)名張川におけるこれまでの治水事業の歴史

名張川では、昭和56年に河川改修に着手し、平成15年に黒田地区より上流の引堤及び築堤護岸が完了した。

また、昭和34年9月伊勢湾台風による出水を契機に、上流に青蓮寺ダムが昭和45年に、室生ダムが昭和49年に建設された。

その後も大出水が相次ぎ被害が発生し、人口、資産が増大したことから、比奈知ダムが平成11年に建設された。

その後、平成21年3月に淀川水系河川整備計画が策定され、流下能力ネック箇所である黒田地区、朝日・南町地区の改修が新たに位置付けられた。特に黒田地区は「名張の玄関口」としての機能を有していることから、同改修と併せた「名張かわまちづくり一体型浸水対策事業」として、引堤、河道掘削等に加え、親水空間の整備を一体的に行い、出水による被害軽減とともに、河川空間の利用促進を目指している。

3.名張かわまちづくり一体型浸水対策事業の概要

(1)河川改修の概要と治水における整備効果

名張川、宇陀川、青蓮寺川の3川が合流する名張市街地周辺では、人口・資産が集中するが、淀川水系河川整備計画の対象規模洪水（昭和28年9月台風13号）において、基準地点枚方におけるピーク流量みあいでの上流ダム群（室生ダム、青蓮寺ダム、比奈知ダム）の操作を行った場合、この名張市街地周辺の河川流下能力では安全に流下させる事ができないことが長年の課題となっている。

そのため、現況のダム操作は、暫定の操作規則を設けて、ダムが計画された時点の本則操作より少ない流量を放流するようにしている。

一方で、こうしたダムの操作は名張市街地を守るためにダムの洪水容量を先遣いするため、下流大都市にとっては、ダム計画時点の治水効果を十分に期待できない状態となる。このため、早急に河道の流下能力を向上させる必要に迫られている。

名張かわまちづくり一体型浸水対策事業では、流下能力ネック箇所である、黒田地区（Ⅰ期）、朝日・南町地区（Ⅱ期）を引堤、河道掘削などにより、ダム下流の治水安全度の向上を図る。

特に先行的に着手する黒田地区（Ⅰ期）においては、最大引堤幅約70mから約140m、延長約1kmの引堤、併せて河道掘削を行う。

今年度は、過年度より実施している河道掘削の継続実施の他、用地取得及び樋門築造を含む築堤工事に着手する。防災・減災・国土強靱化のための緊急3か年対策としての整備効果も段階的に発現しながら、令和5年の黒田地区（Ⅰ期）の完成を目指す。（図-1）



図-1 黒田地区 名張川引堤計画イメージ図

(2)事業の特徴（かわまちづくりと一体となった整備）

事業箇所周辺は、地域の歴史文化や川とのつながりを有していることから、それらを活かした賑わい創出の場となりえるポテンシャルを有している。

引堤により、左岸側の堤外地に広大な空間が生まれることを契機に河川を活かしたまちづくりへの機運が高まっていることから、改修事業だけではなしえない、引堤を行わない右岸側もかわまちづくり事業により一体的に整備することで、河川空間の利用促進を図ると同時に、改修事業による治水安全度の向上と一体となった整備効果を発現することを目標としていることが特徴である。

4.名張川周辺の地域資源と地域とのつながり

(1)名張川周辺の歴史的資源

初瀬街道は、江戸時代におかげ参りの主要ルートとして多くの善男善女が旅枕を重ねたとされる。街道筋に多くの名所旧跡が残る名張の「まちなか」は、名張川まで徒歩20分で到達できる位置関係にあり、全体としてコンパクトで情緒あふれる「歴史と文化が融合するまち」である。（図-2）

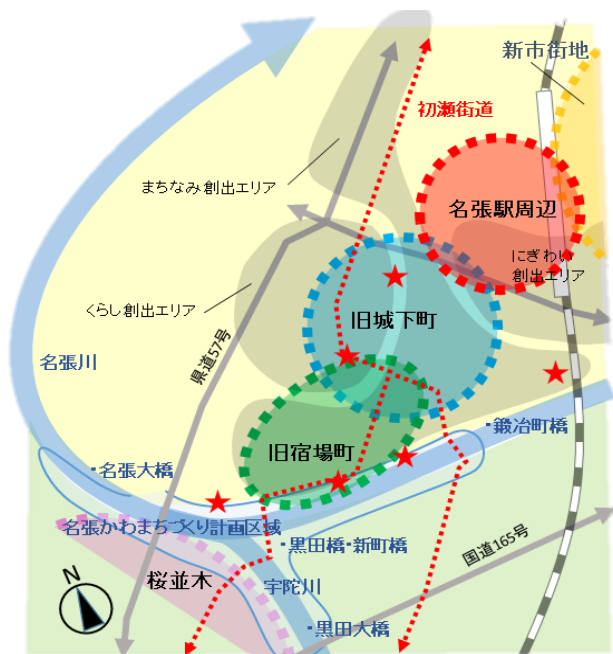


図-2 名張まちなかの地域資源

一方、「まちなか」を流れる名張川に架かる橋や名張川護岸などからは、名張川の流れや山並みを背景に美しい風景が望める。江戸時代の錦絵（二代目広重作）である「諸國六十八景・伊賀名張」には、豊かな名張川の流れや小高い丘を背景に、街道沿いのまちが描かれている。（写真-2）



写真-2 諸國六十八景・伊賀名張

(2) 祭礼や花火大会の伝統行事等

毎年夏に、名張川河畔で火の神様を鎮めるお火渡りの神事「愛宕の火祭り」（写真-3）として名張川の兩岸にかけて一周めぐることや、「名張川納涼花火大会」（写真-4）においては左岸側で打ち上げられる花火を右岸側から観賞できることもあり、多くの人出で名張川が賑わい、両岸が一体となった取り組みがすでになされている。



写真-3 愛宕の火祭り



写真-4 名張川納涼花火大会

(3) 名張川とまち・人とのつながり

名張川は、かつては川での水泳訓練等も行われており、地域の身近な水辺として利用されてきた。（写真-5）現在は、鮎釣り等を楽しめる場所であり、稚鮎の放流

や「あゆバトルin名張川」等のイベントが名張川漁業協同組合により開催されている。



写真-5 名張川での水泳訓練

河畔の桜並木は、地域住民の花見や散歩等に親しまれており、また、地域住民により清掃ボランティアの取り組みが継続的に行われている。さらに、川に隣接している「やなせ宿」では、江戸時代には初瀬街道の宿場町として栄え、名張八宿と呼ばれた賑わいを再生し、人々が集う場所となることを目指しており、初瀬街道と名張川をつなぐ重要な結節点として、名張の玄関口・名張川に相応しい各種交流の場として利用されている。また、この「やなせ宿」と前面の堤防天端、水辺空間は、一体的なコミュニケーションスペースとして、様々なイベント等にも利用されており、名張川の重要な賑わい拠点として、さらなる機能向上も求められている。(写真-6)



写真-6 やなせ宿主催 やなせ祭り

5.名張かわまちづくりに関する取り組み

(1)かわまちづくりに向けた地域の合意形成

黒田地区の引堤により新たに生まれる広大な河川空間を活用したまちづくりを目指し、平成29年度より「名張川ワークショップ」を行った。参加メンバーは学識者、地元団体、関係団体、行政、河川管理者とし、多様な視点に基づき意見交換を行った。

名張川ワークショップを行うことで、関係者間での川づくりや地域づくりについての考え方や想い等が共有され、国の引堤事業にあわせたまちづくりの機運が高まった。

これにより、名張市、まちづくり関係者等において、名張川周辺の地域資源や伝統行事を活かした賑わい創出

の場となるようなまちづくりを目指すこととなり、かわまちづくり支援制度に基づく、名張かわまちづくり協議会の設立につながった。

(2)名張かわまちづくりの目指すべき姿

名張川を中心とする自然環境の魅力を活かし、地域資源や伝統行事等と融合するまちづくり（回遊性の向上）として、「名張の玄関、名張の顔」をコンセプトとし、名張（まちなか）の活性化の実現に向けて、各種課題に対応する目指すべき姿を、名張市、まちづくり関係者等と共有を図り、名張かわまちづくり協議会を開催する運びとなった。(図-3)

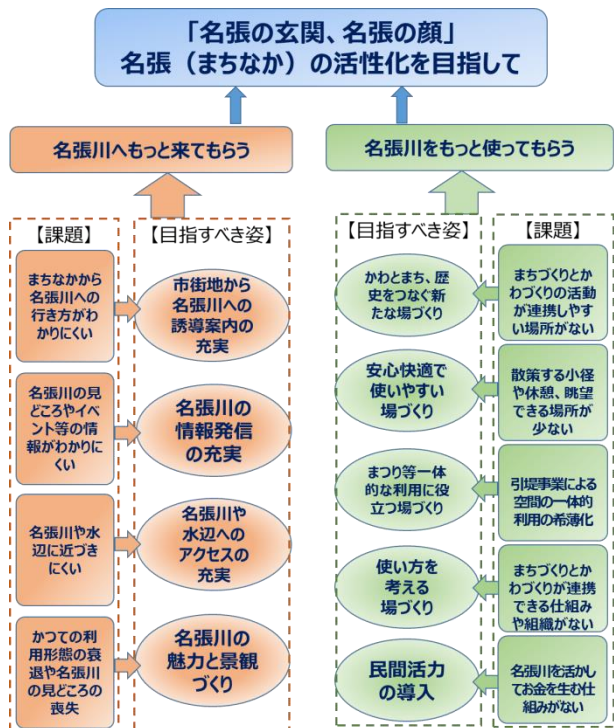


図-3 名張かわまちづくりの目指すべき姿

(3)協議会の設立

平成31年12月4日の協議設立総会を開催され、名張かわまちづくり協議会の設置が承認された。構成員としては名張川ワークショップの中心メンバーである名張市、名張市地域づくり代表者会議、名張商工会議所に、「民間活力の導入」や「環境学習」等といった名張川の更なる活用の裾野を広げるため新たに「観光協会」及び「名張市教育委員会」を含めるものとなった。

協議会には、にぎわい創出に関する河川空間の具体的な利活用を議論する場として「実行部会」を設置した。

(図-4)

協議会	実行部会
協議会の役割	部会の役割
<ul style="list-style-type: none"> ○かわまちづくりの計画策定及び方針決定 ○にぎわい創出に関すること ○民間等事業者等による河川空間の利用促進 	<ul style="list-style-type: none"> ○イベント内容の検討・実施 ○実施に向けた詳細や役割分担の検討 ○協議会への報告

図-4 協議会及び実行部会の役割

(4) 実行部会の取り組み

「名張の玄関、名張の顔」として、名張（まちなか）の活性化の実現に向け、名張川を活かした具体的な利活用（ソフト施策）、及び国土交通省が支援する利活用に対する有効的なハード施策の内容について議論した。

(図-5) (図-6) (図-7)

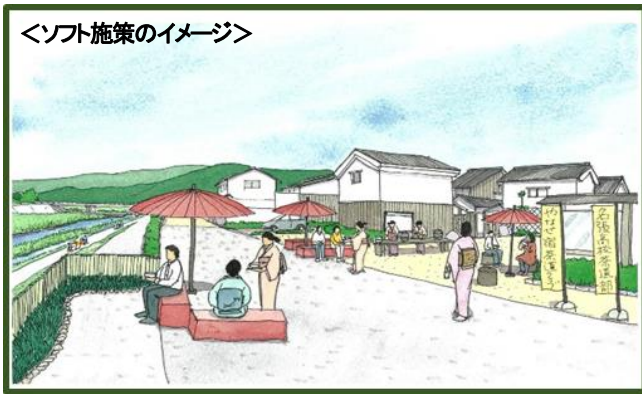


図-5 水辺での野点利用イメージ

<ハード施策のイメージ>



図-6 花火大会等が鑑賞できる階段護岸を整備

<ハード施策のイメージ>



図-7 新緑の「山並み」と季節を愛でる空間を整備

(5) 名張かわまちづくり計画登録

実行部会での検討を踏まえ、名張川かわまちづくりの整備内容が固まったことから、推進主体である協議会が「名張かわまちづくり計画」を作成し、平成31年1月21日付けで名張市長（協議会会長）から国土交通省 水管理・国土保全局長に計画を申請する運びとなり、平成31年3月8日付けで登録された。

(6) 名張かわまちづくり計画登録証の伝達

平成30年度に新規登録された「名張かわまちづくり計画」の登録証伝達式を平成31年3月28日に開催した。

(写真-7)

本計画では、名張川の引堤等の河川改修と併せ、河川空間と地域の歴史資源との回遊性を向上させるほか、名張川と宇陀川の合流地点である自然環境を活かした水辺と親しめる場として、「親水空間」等の整備を行いながら、観光振興・地域活性化の促進を図ることを協議会メンバーで確認した。

国土交通省においてはこの取り組みに対してハード施策として必要な河川管理施設の整備等の支援を実施していく。



写真-7 登録証の授与

6.今後の展開

(1) 地域と連携したハード施策の整備に向けて

今後、登録された「名張かわまちづくり計画」のハード整備については、協議会構成員だけでなく地元への理解も必要となることから、地域住民に利便性、快適性、安全性等の意見を十分に聴きながら、地域の「知恵」も活かした魅力的な親水空間の創出を目指し、地域活性化に寄与できる設計を進めていく。

(2) 河川空間の利活用促進

協議会構成員間のイベント協力・交流のアイデアにより利活用の連携強化を進めていくとともに、地域住民に名張かわまちづくりの存在を浸透させ、日頃から恒久的に賑わいを創出することを目指す。(写真-8)



写真-8 協議会での意見交換

(3) 情報発信による地域住民への名張かわまちづくりの浸透

名張かわまちづくりの活動や魅力を地域住民や観光客等に幅広く発信していくため、協議会と連携し、ホームページ等を通じて「名張の玄関、名張の顔」として情報発信にも力を入れていく。

7.まとめ

今回、多様な視点に基づき、意見交換を行った結果、地域と合意形成し、協議会設立、かわまちづくり登録に至ることができた。

今後も引き続き、地域との合意形成を取りながら、他事業との連携も取りながら事業を推進していく。

かわまちづくり事業は、整備後も恒久的に活用され、地域全体の賑わいを創出することが重要である。

現在、かわまちづくり登録がなされて河川空間の利活用向けの気運が高まっているが、年月が経つと共に、機運が無くなる懸念されることから、高まっている気運を持続可能なものとする必要がある。

そのためには、イベントなどの取り組みを通して、地域住民に名張かわまちづくりを知ってもらい、存在が浸透されることが重要である。

名張かわまちづくり協議会の構成員は、今まで各々による個別の活動していたが、名張かわまちづくり計画登

録を契機に、各々の活動が連携して川とまちをつなぐ取り組みができる仕組みが構築された。

構成員には、商工会議所や観光協会、鉄道会社など、各々の特徴を有しており、これらが組み合わせる事で、幅広い新しい活動がなされる無限大の可能性を秘めている。今後、構成員としっかり連携し、川とまちをつなぐ取り組みを行い、地域活性化、及び地域発展の促進を図りたい。

野洲川自然再生事業の 地域連携から育む河川管理について

古賀 裕英¹・高木 早智²

¹国土交通省 近畿地方整備局 河川部 河川環境課 (〒540-8586 大阪市中央区大手前1-5-44)

²国土交通省 近畿地方整備局 琵琶湖河川事務所 河川環境課 (〒520-2279 滋賀県大津市黒津4-5-1)

環境に配慮した河川管理を考える際、生物の視点からの多様性、人の視点からの親水性・安全性等が重要な要素となるが、それらの要素に対応するためには様々な課題もある。琵琶湖河川事務所では自然再生事業箇所において地域と連携した環境保全（環境に配慮した河川管理）に取り組んでいる。しかし、河川管理者だけで解決することが困難な課題もあり、課題の中には当事務所の管理する河川だけでなく、他の河川でも課題となっている内容もある。

今回、当事務所での取り組み内容について、問題点、苦慮した内容、工夫した内容等も併せて紹介することで、他河川も含めた、今後の河川管理の参考になると考えている。

キーワード 住民連携、環境、維持管理

1. はじめに

(1) 琵琶湖河川事務所の概要について

淀川水系は、滋賀、京都、大阪、兵庫、奈良および三重の2府4県にまたがり、流域面積は8,240km²、そのうち、琵琶湖流域の面積は3,848km²（琵琶湖含む）と、淀川流域の47%、滋賀県の面積の96%を占めている。

琵琶湖の面積は674km²で、野洲川、姉川、安曇川など流入する一級河川は117本を数え、流入した水は唯一の自然流出河川の瀬田川から宇治川を通り、木津川、桂川と合流したのち、淀川となって大阪湾に注ぐ（図1）。

当事務所では、琵琶湖流入河川の中で最大の河川である「野洲川」、及び琵琶湖からの唯一の流出河川である「瀬田川」の2河川の直轄管理区間を管理している。

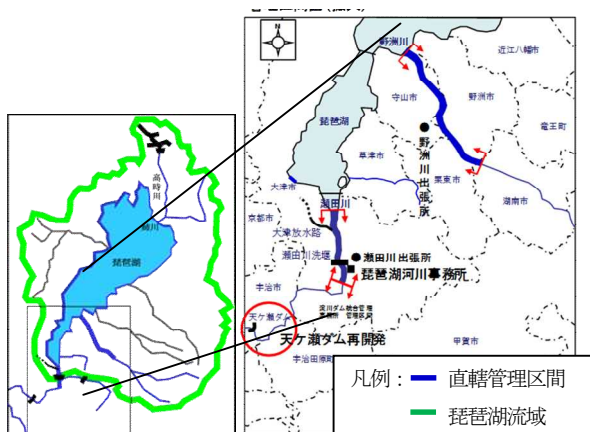


図-1 琵琶湖河川事務所管内図

今回フィールドである「野洲川」は北流と南流に分かれていたところを1979年に放水路として現在の形に改修された（図2）。

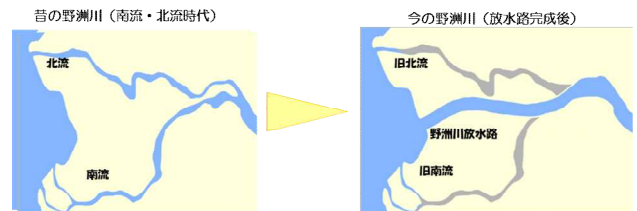


図-2 野洲川の改修前・改修後

しかし改修された野洲川河口部は矢板護岸構造（図3）となっており、琵琶湖固有の魚類であるピワマスやニゴロブナなどの生息・生育環境を再生するため、2009年度よりヨシ帯の再生を実施している（図4）。



図-3 野洲川河口部の矢板護岸



図-4 野洲川右岸ヨシ帯再生工事施工後 (2010年4月)

2. 野洲川における植生の課題とその取組み

(1) 野洲川における近年の課題

野洲川においては、みお筋が固定化することにより、河道内の樹林化の進行している箇所があり、河川内に繁茂している樹木は流水を妨げる恐れや、流出した際に河川構造物に損傷を与える恐れがあるため、定期的な伐木が必要である。2009年度より直轄管理区間河口部から上流に向かって伐木を順次行い、2016年度で管理区間を一巡したが、成長の早い樹木（ヤナギ類）も多く、3～4年で元の高さまで戻ってしまい、再繁茂している。

現在の維持管理費の予算規模で行う伐木では樹木の生長に追いついていないため、維持管理上伐木対策は必要であるが、コスト削減の観点からも新たな樹木繁茂対策を検討する必要がある。

(2) 公募伐採について

樹木繁茂対策は、維持作業による伐採や、工事の施工に伴う伐木、公募伐採や伐採木の無料配布を行っている。

公募伐採では、新たな参加者の取り込みを目指し、今まで平日のみ設定していた公募伐採作業の許可を、要望の多かった休日にできるように、一度土曜日に試行を行った。昨年2018年度公募伐採を実施した一般市民は図5¹⁾のとおり17名で前年度の8名より倍増している。

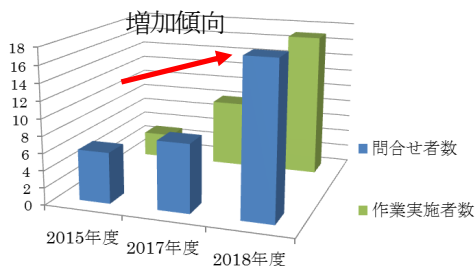


図-5 野洲川における公募伐採の事務所への問合せ及び実施者数¹⁾

しかし休日の公募伐採実施については、対応する職員確保等の課題もある。

(3) 地元中学生からのヨシ帯箇所におけるヤナギ抑制の要望

当事務所で行っている、河口部でのヨシ帯再生事業において、地域との協働として「立命館守山中学校サイテック部」がヨシ帯の育成経過のモニタリングを2012年より行っている。2016年には中学生から「ヨシ帯造成箇所にはヤナギが繁茂し、ヨシ帯再生に悪影響を与えているのではないか」と意見があったため、当事務所としてもヨシ帯造成箇所における伐木の実施などの対策を講じてきた。

また、中学生からは2018年2月に実施した「2017年度ヨシ帯モニタリング成果発表会」で野洲川河口部の「ヨシ帯」の中に占める植生の割合のうちヨシやヒメガマなどの在来植生と比較し、以前より更にヤナギの割合が多くなっているとの報告に加え、以前に伐木したヤナギの木が恐ろしいスピードで再繁茂しているとの考察から、今後のヤナギ抑制活動の必要性を当事務所へ訴えた(図6)。



図-6 中学生によるヤナギ対策の報告

1) 中学生が考えるヤナギ対策の実験

昨年度より中学生がヨシ帯造成箇所で、ヤナギ繁茂対策のフィールド実験を行っている。

実験を進めるにあたって中学生が実施しているYRP²⁾の取組として、当事務所河川環境課職員を講師として2018年5月15日に立命館守山中学校でヨシ帯モニタリングの勉強会を開催し、実験方法検討を行った。その結果、表1のようなヤナギ対策の実験方法について意見が出され、2018年5月17日に行った、定例の野洲川河口部のヨシ帯モニタリング調査にあわせてフィールド実験を行うことにした。

表-1 実験方法の選定

実験方法	内容	採用・不採用	備考
伐木・剪定	のこぎり・チェーンソーでの伐木	不採用	刃物を扱うため、事故等を考慮し今回不採用。
事務所が伐木し切断面に試料等を塗布	事務所職員が切断し、切断面に試料等を塗布	不採用	出水期を6月に迎えるため、切断面に資料を塗布した場合、水位による冠水の恐れがあり、試料等の流出が考えられるため。
環状剥皮し、試料等を塗布	中学生、部顧問、事務所職員でヤナギの皮を剥がし、試料等を塗布し、ラップ等で密着させ、枯死状態にする	今回採用	刃物を使うが、一度皮がめくれれば、容易に残りに残ることが出来る。使用する試料については、再度検討

今回YRPの勉強会で選定候補として意見があった実験方法は表1のとおり、「伐木・剪定」、「切断面に試料等を塗布」、「環状剥皮し試料等を塗布」の3つの方法である。中学生が行う実験のため、安全面を最優先に考慮し、のこぎり・チェーンソーを使用する伐木は今回不選定とし、比較的安全な「環状剥皮」の方法を選定し、剥皮した箇所試料を塗布し、密着させることにした。

剥皮した箇所に塗布する試料については下記の表2のとおり事前に中学生が11品目を考えていたが、河川管理者の意見として、「身近にある手軽に手に入りやすい物」、「人体への影響が限りなく小さいと思われる比較的安全なもの」を選定することにした。

表-2 塗布用試料の選定

試料名	採用・不採用
重曹	○
醤油	○
食塩	○
わさび	○
にんにく	○
ドリップコーヒーの出がらし	○
トイレ発砲洗浄剤	×
パイプ洗浄剤(ジェル)	×
融雪剤(塩化カルシウム)	△
害虫駆除農薬	×
グリサポート系除草剤	×

2018年5月のヨシ帯モニタリング調査は、立命館守山中学校サイテック部総勢28名、担当顧問等5名、当事務所職員11名が参加した。

生徒は、40本の試験木を鎌やカッターナイフ等を用いて、ヤナギの木の皮を剥皮していき(図7)、剥皮した箇所に表2に記載の6種類の試料を塗布し(図8)、食品用ラップを周囲に巻いて状態を保存した(図9)。また、顧問の先生の提案で、環状剥皮を根元まで行った場合について、対比実験も行った。(図10)。



図-7 環状剥皮実験



図-8 試料塗布実験



図-9 実験木全景



図-10 対比用の環状剥皮(根元まで)

2) 実験のモニタリング

実験を行った箇所については、中学生が効果の発現を確認するため、モニタリングを行った。

今回、モニタリングの方法としては中学生にも簡単に効果が発見することができるよう「葉」に注目し、実験を行ってから7月～9月の期間、中学生と事務所職員合同でモニタリングを行った。

その方法としては、「葉の枯れ具合による色の定量化」と「乾燥重量の減少率」について観察した。

「色の定量化」とは、実験を行っている木について葉の色を解析ソフトを用いて光の三原色(赤・緑・青)の割合を調べ、どの試料を用いた実験木の葉が枯れているか(赤色が割合として多いか)を調べた。

解析は7/20, 8/6, 8/17, 9/18の4日間行い、現地で各試料の木から葉を採取し、スキャナーで画像として取り込み、解析した。

光の三原色(赤・緑・青)RGB値中の赤の数値をR、緑の数値をG、青の数値をBと記述する。葉のR、Gの値を採用し計算式 $\{(G-R)/(G+R)\}$ にそれぞれの葉のR、Gの値を代入して赤色の割合を計算した(図11)。

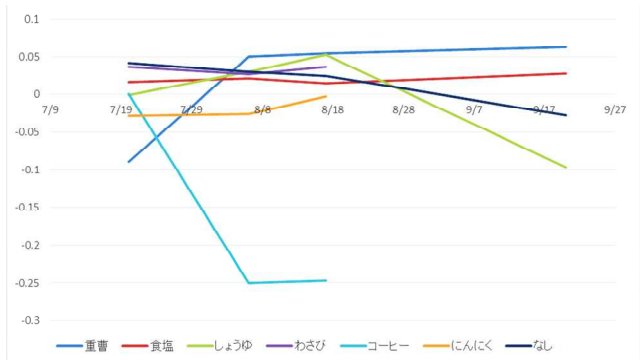


図-11 野洲川河口部のヤナギ葉の色から判断したRGB値

その結果、7/19の調査では重層を塗布した実験木に関しては、赤色の割合が多いため、マイナスの数値が出ていることが分かる。これは試料を塗布してから、速攻で効果が発現しているといえる。

重層の成分的にこのような効果があるのかを重層製造メーカーに確認したところ、「炭酸水素ナトリウム」成分のアルカリ性が土壌やヤナギの成長を阻害している可能性が考えられるとのこと。³⁾

しかし、即効性はあるが持続性がなく、1ヶ月足らずで、新葉が出てきていることがわかった。

また、コーヒーについては、重曹ほど速効性はないが効果が見られた。

コーヒーについても製造メーカーに確認したところ、コーヒーに含まれる成分「カフェイン」と「ポリフェノール」が植物に対し何らかの抑制効果を発揮しているのではないかと回答を得た。⁴⁾

「乾燥重量の減少率」については各試料の木から葉を採取し、採取後の重量を測定し、一週間乾燥させた後に再度重量を測定する。採取した直後の重量に対する、乾燥させた後の重量減少率を分析する。

重量減少率が低いものほど、試料の効果によって葉の採取時点で水分量が減少し樹木の活動を抑制していたと判断し、それぞれの試料における効果を比較分析した(図12)。

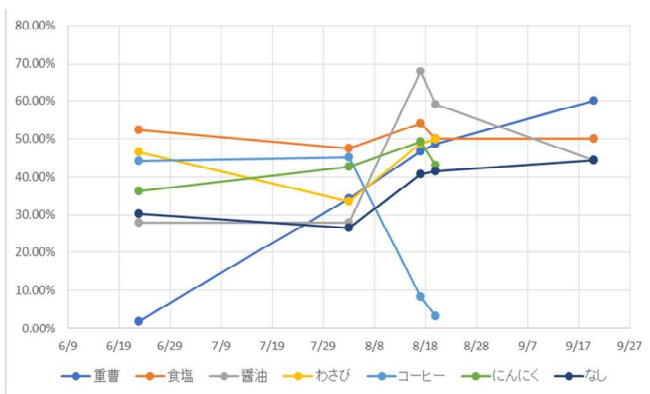


図-12 野洲川河口部のヤナギ葉の乾燥重量減少率

ここでも、重層を塗布した実験木については、モニタリング初期の葉の水分量が大きく減少していることが分かる。しかし、モニタリングを継続すると徐々に復帰することが分かった。

しかし、コーヒーについては1ヶ月を過ぎた程度から急激に減少することがわかった。

また、モニタリング後期では重層を塗布した実験木については9本のうち5本が台風により環状剥皮を行った箇所から折れている状況が確認された。

そのため、重層とコーヒーについてはヤナギに対してダメージを与えることが確認された。

3. 野洲川におけるこれからの取組み

今後、当事務所では野洲川での樹木対策として、以下の3つの方法を考えている。

- ① 維持作業等予算内での継続した伐木。
- ② 公募伐採や伐採木の無料配布の継続的な実施。
- ③ 中学生が行った今回のヨシ帯造成箇所でのフィールド実験の継続。

特に③は、中学生が自主的に実験している地域と連携した河川管理の有効的な事例であり、今年度も引き続き、

昨年度の実験の反省点を踏まえ、新たな箇所での実験を行うこととしており、今後少しづつ事務所管内の河川管理に適用できないか検討が必要である。

4. まとめ

野洲川における「ヤナギの除去方法」に関して、それぞれ効果を上げながらコストや労力をいかに抑制するかが今後持続的な河川管理を行う上で重要な課題であると考える。

まず着目する点として当事務所としては「住民連携」の重要性が不可欠と言える。

野洲川においては、地元中学生が河川環境や河川管理を学ぶ、フィールドを提供することにより、今後の担い手候補である中学生がヨシ帯保全のために「ヤナギの対策が必要」と気づき、自ら考え実験を行っていくことで、河川と触れあう場、教育の場となり、河川管理者へも、「ヤナギ対策の必要性」を更に再認識させる機会を与えることができる。そのためにも、今後も地域住民と連携したモニタリングを継続していく必要がある。

しかし、住民連携の拡大だけでは、根本的な課題の解決には至らない。地域連携での河川管理は河川管理者と地域との結束が重要であり、その場限りや継続性がないものが多いのが他事務所の事例をみても現状と考える。

今回中学生が行った「野洲川でのヤナギの環状剥皮実験」等の結果を通して今度は河川管理者が問題解決に適した対策の上乗せを再度検討し、地域連携で行っていく。

このような、地域と連携した取り組みは河川を管理する効果的な手法であると考えられるため、河川管理者は地域と共に考え、率先して持続的な河川管理を地域と共に行う必要がある。

謝辞： 最後に論文を書くにあたり御協力いただいた、立命館守山中学校サイテック部、京都大学 田中周平准教授、いであ(株)、(株)ピーエムコンサルティング、AGC(株)、UCC上島珈琲(株)の皆様へ感謝致します。

<参考文献>

- 1) 琵琶湖河川事務所管理課より
- 2) 『Yasu river Restoration Project』立命館守山中学校サイテック部が立案した野洲川復元計画の略。
- 3) AGC(株)へのヒアリングによる
- 4) UCC上島珈琲(株)へのヒアリングによる

転流に伴うオオサンショウウオ保護の取り組み

清水 杏子¹・鍵田 和彦²

¹独立行政法人水資源機構 思川開発建設所 工務課 (〒322-0305栃木県鹿沼市口栗野839-2)

²独立行政法人水資源機構 川上ダム建設所 環境課 (〒518-0294三重県伊賀市阿尾251)

川上ダム建設予定地を含む三重県伊賀地域には、国の特別天然記念物であるオオサンショウウオが生息している。川上ダムの建設に伴い、堤体や貯水池が出現することで、オオサンショウウオの生息環境が減少することから、保全対策として、川上ダム貯水池より上流域の生息環境の改善を図るとともに、川上ダム堤体や貯水池となる区域に生息しているオオサンショウウオを、貯水池となる区域の上流に移転することとしており、文化財保護法に基づき、オオサンショウウオの移転に関する現状変更の許可を得て、保全対策を進めているところである。本稿は、河川の転流を行った際のオオサンショウウオ保護の取り組みを報告するものである。

キーワード 特別天然記念物、オオサンショウウオ、環境保全対策

1. はじめに

川上ダムは、淀川水系木津川の左支川前深瀬川において建設事業を進めている。洪水調節、流水の正常な機能の維持（既設ダムの堆砂除去のための代替補給を含む。）及び水道用水の確保を目的とした多目的ダムである（図-1）。

川上ダム建設予定地を含む三重県伊賀地域には、国の特別天然記念物であるオオサンショウウオが生息している。川上ダムの建設に伴い、堤体や貯水池が出現することで、オオサンショウウオの生息環境が減少する。このため、図-2に示す基本方針を立てて保全対策を行うこととしている。

保全対策の策定にあたっては様々な検討を行い、有識者で構成される川上ダムオオサンショウウオ保全対策検討会に諮ったうえで、文化財保護法に基づいてオオサン



図-1 川上ダムの位置

ショウウオの移転に関する現状変更許可を申請し、2015年11月20日に許可を得た。

2. オオサンショウウオの保全対策

(1) 保全対策の現状

現状変更許可を受けて2016年1月よりダム堤体や貯水池となる区域（以下「堤体・湛水予定区域」という。）に生息するオオサンショウウオを保護し、ダム貯水池となる区域（以下「湛水予定区域」という。）より上流側の河川へ移転させる取り組みに着手した他、ダム貯水池上流側の生息環境改善のため、移転先河川へ13箇所の上流と29箇所の人工巣穴を設置した。また、ダム貯水池下流側にも3箇所の人工巣穴を設置しており、各施設の利用実態、及び移転に伴う影響をモニタリング調査しているところである。

【保全対策の概要】

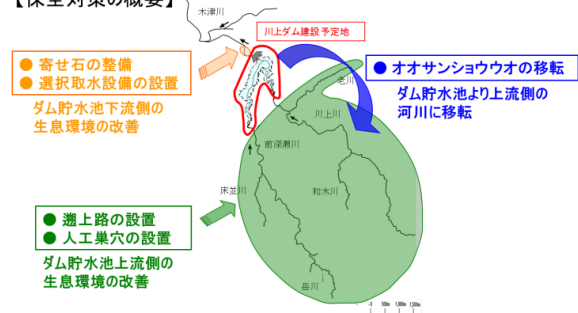


図-2 オオサンショウウオの保全対策の基本方針

表-1 オオサンショウウオの成長段階

	幼生等		成体等	
	孵化幼生	孵化幼生後の幼生	亜成体(幼体)	成体
定義	孵化直後の移動能力が小さい時期の個体	移動能力があり変態するまでの間の個体	変態し性成熟するまでの期間の個体	性成熟した個体
年齢(目安)	孵化後～概ね6ヶ月	概ね6ヶ月～3年目	概ね4～5年目	概ね6年目以降
全長	概ね4～5cm	概ね5～20cm	概ね20～30cm	概ね30cm以上
生息環境	10～12月頃は繁殖巣穴内、1月～3月頃は繁殖巣穴周辺の植生・水の流れの緩やかな落ち葉溜まり	石の隙間やヨシの根元等	石の下の隙間等	隠れ家となる大岩や河畔植生

(2) オオサンショウウオの保護方法¹⁾

ダム堤体やダム貯水池となる区間に生息する全ての成長段階の個体を、全て保護して移転するために、どの時期にどのような方法でオオサンショウウオを保護するかを検討するにあたってオオサンショウウオの成長段階を表-1に示すように4つの段階に区分した。

ダム堤体となる区間は、ダム本体工事期間中に河川の流れを仮排水路トンネルへ切り替えることにより河川の水を抜いた状態にでき、全ての成長段階のオオサンショウウオを保護できると考えられた。一方、ダム貯水池となる区間は堤体と比較して広範囲に及ぶため、河川の水をすべて抜くことは現実的ではなく、河川に水が流れている状況で保護することとした。

この場合、現状変更許可申請が許可される前に生まれた「孵化幼生後の幼生」と「亜成体(幼体)」の成長段階のオオサンショウウオは、石の隙間等に生息していることや、これまで川上ダムで行ってきた調査においても確認できた例が少ないことから、これらの成長段階の個体を水が流れている状態でどのように保護するのが課題となった。

この課題を踏まえながら、ダム堤体となる区間とダム貯水池となる区間に分けて保護方法を検討し、次のとおりとした。

a) ダム堤体となる区間

○河川の水の流れを仮排水路トンネルに切り替える2018年度に、ダム堤体となる区間を水抜きしたうえで、石を全てめくる等の方法で全ての成長段階のオオサンショウウオを保護する(三重県内の河川改修工事でも同様の方法をとっており、十分な実績がある)。

b) ダム貯水池となる区間

○「孵化幼生」は1月～3月は繁殖巣穴周辺に生息すること、「成体」は繁殖時期である5月～9月に活動が活発になることが知られており、これらの時期に確実に保護し、ダム貯水池上流側に移転する。

○現状変更許可申請が許可された2015年度の冬季から、試験湛水を開始する直前の2021年度の春季～夏期までの約6年間、河川の水が流れている状態で「幼生等」と「成体等」の保護・移転を繰り返し実施する。

○この約6年間で、現状変更許可申請が許可される前に

生まれたオオサンショウウオは、全て「成体」まで成長しており、全ての個体を保護できる。

○「幼生等」と「成体等」の保護・移転を実施して当該区間内における繁殖活動を抑制する

去る2018年4月に川上ダム本体建設工事において転流工事を実施した(以下「仮締切時」という。)。これに伴い転流区間(堤体区間)に生息するオオサンショウウオをはじめとした魚類等水生生物の保護を実施したのでこの取り組みについて報告する。

3. 仮締切時の保護調査計画

(1) オオサンショウウオの保護調査

河川内で工事を実施する際には、三重県・奈良県教育委員会が定めるオオサンショウウオ保護管理指針²⁾に基づき、工事箇所が生息するオオサンショウウオの保護を目的とした保護調査を実施しなければならない。

保護調査の手順は以下のとおり(図-3)。

- ①河川内へ重機を入れる前に締め切り作業対象範囲の保護調査を実施する。
- ②河川内に重機を入れて大型土のうなどで締め切りを施工するが、このとき重機の動く足元や土のうを据える場所の保護調査も実施しながら施工する。
- ③水を締め切ってから水中ポンプを用いて締切範囲内の水を完全に抜き、人力では動かせない石の下や、河畔植生の根際等のオオサンショウウオが隠れているような環境を重機でめくって探索し、締切範囲内の全てのオオサンショウウオを保護する。



図-3 保護調査の流れ(イメージ)

オオサンショウウオは水が引く等の異変を察知して隠れ家から逃げ出す個体もいれば逆に隠れ家に留まる個体もいる。また、主に鰓呼吸をしている「幼生」と「孵化幼生後の幼生」は水が涸れた状態では長くは生きられない。このため保護調査は迅速かつ丁寧に実施することが求められる。

(2) 仮締切時の保護調査計画

仮締切時の保護の範囲は、仮排水路トンネル上下流の荒締切、及び荒締切施工後に排水する範囲約350mの河川とその河畔植生の根際である。川の流れは中洲を挟み、左岸側は幅約20m、右岸側は幅約5mに分派しており、右岸側には平水時にはほとんど水が流れていない状況であった(図-4)。このような状況を鑑み転流の工事及び保護調査の工程は以下のとおりとした。

- 特別天然記念物であるオオサンショウウオの生息に影響を及ぼす行為は文化財保護法により禁止されており、河川工事実施時に繁殖巣穴が確認された場合には工事を中断しなければならない。
- 4月になれば繁殖巣穴があった場合でも当年生まれの「孵化幼生」は巣穴から分散する時期であり確実に保護できると考え、川上ダム本体建設工事においては河川の転流を4月1日以降に実施するよう工程を制限してオオサンショウウオへ配慮。
- 右岸側河川の水量は非常に少なくオオサンショウウオが生息するには適さない環境であると考えられたため、河川の流れを切り替えることなく右岸側だけを締切り保護調査を終える計画とし、3月下旬から着手。
- 河川への影響の大きい左岸側河川の転流以降の保護調査は4日間で実施する計画とし、1日目～3日目までは24時間体制で実施。
- 工事実施時には、オオサンショウウオの調査・研究の実績を有する有識者に立ち会っていただき、指導・助言を得る。

仮締切時の保護調査計画策定にあたっては多数の有識者にヒアリングを行い、河川内工事実施時の留意点や、

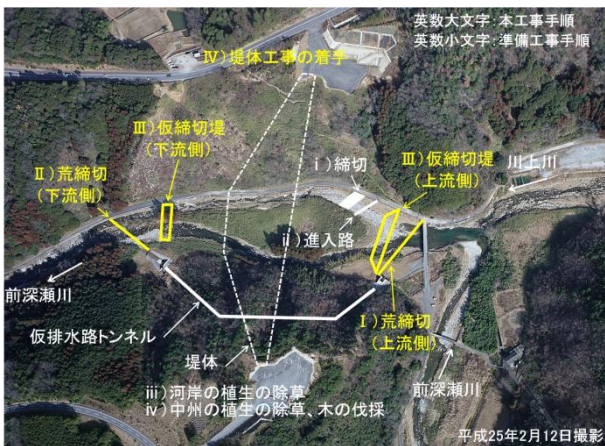


図-4 仮締切時の工事の流れ

どのような環境にオオサンショウウオが潜んでいるかご指導・ご助言をいただいた。これらを踏まえ、ダム本体工事受注者・保護調査を実施する調査業務受注者・機構3者合同の協議を複数回重ね、締切作業及び保護調査の段取り、保護調査に必要な資機材の数量・配置、オオサンショウウオ以外の水生生物保護も考慮した仮締切時の保護調査計画を策定した。

この計画を2018年2月27日に開催した川上ダムオオサンショウウオ保全対策検討会に諮った結果、有識者から保護調査計画の内容は妥当であると了承された。

4. 仮締切時の保護調査

(1) 準備工事実施時の保護

3月19日に右岸側の締切を行い、右岸側締切下流の保護調査に着手した。左岸・右岸の河床高が中洲中央部付近で逆転し左岸側から右岸側へ浸透水が伏流しており、当初に配備したポンプの排水能力では完全に水を抜くことが不可能であった。資機材の体制を見直し、3月28日に改めて右岸側下流の保護調査を実施した。

(2) 本工事実施時の保護

4月4日に河川内へ大型土のう及び土砂を投入して荒締切を築造し、左岸側の河川の流れを仮排水路トンネルへ迂回させた。施工開始直後は完全に水を締め切ることができなかったものの荒締切着手後には急激に河川水位が低下、調査範囲全域の河畔が一部干し上がった。この状況を想定して調査範囲全域に十分な数の調査員を配置しておいたことで、動揺することなく計画通り保護調査に着手することができた。

重機が河床を踏み荒らす行為は河川内の生物に対する影響が大きいとため、本工事1日目には河川内へ重機を入れることは極力せず、人力で動かせる石の下の探索、水位が低下して隠れ家から逃げ出す個体の探索に努めた。調査範囲内が夜間のうちに水涸れしないよう夕方から翌朝までの間は締切範囲内へ河川水をポンプで供給するといった配慮も行った。

本工事2日目からは河川内へ重機を入れ、人力で動かせない石や河畔植生をめぐりあげて探索した。転石を掻き起こすとその場が窠場状態となり周辺の湧き水等が溜まるため、それらの溜まり水をポンプで下流へ排水し完全に水を抜いた。同様の手順を上流側から実施していき2日目夕方には調査範囲全体の8割程度まで石めぐりと干し上げが終了した。

本工事3日目には、昨晚より干し上げたままとした区間を対象に、オオサンショウウオが隠れられない環境とすべく不陸を均して整地する作業と平行して、残る範囲を探索した。当該箇所は中洲最下流部に位置し水深が深く、河川の流れが緩やかな、河畔植生に覆われた自然護

表-2 仮締切時の保護調査結果

	準備工事			本工事			合計
	3月19日	3月28日	4月4日	4月5日	4月6日	4月7日	
成体	0 個体	1 個体	3 個体	6 個体	1 個体	0 個体	11 個体
亜成体	0 個体	1 個体	2 個体	2 個体	1 個体	0 個体	6 個体
孵化幼生後の幼生	1 個体	0 個体	4 個体	10 個体	21 個体	0 個体	36 個体
孵化幼生	0 個体	0 個体	3 個体	0 個体	8 個体	0 個体	11 個体

岸という「孵化幼生後の幼生」等の小さな個体が好む生息環境であった。この区間の水位が低下し始めてから想定どおり小型の個体が次々と確認された。

本工事4日目には、残る区間の水抜きと、小型の個体を多数確認した中洲河畔植生を慎重に掻き起こしての探索を行った。以上、計画どおりの4日間で調査範囲全域の保護調査は完了した。

(3) 保護調査期間中の有識者確認

機構が実施する仮締切時の保護調査について、計画していた調査内容を見直す必要がないか、最大限努力したものとされているかを、保護調査期間中に必要に応じて見直すため、4月6日（本工事3日目）に川上ダムオオサンショウウオ保全対策検討会を開催して有識者並びに委員の皆様へ保護調査の状況を視察していただいた結果、計画どおりに保護調査を実施しており保護方法並びに保護調査の工程を見直す必要はないことが確認され、了承された。

(4) 保護調査の結果

備工事・本工事实施時の保護調査の結果を表-2に、保護の様子を図-5に示す。保護した個体はダム貯水池より上流側の河川等へ移転させた。

今回の転流の工事期間中に滅失した個体や怪我をした個体は確認されなかったことは、工事实施時の作業手順が適切であり、慎重に作業をすすめた成果であると考えられる。

有識者から保護調査の内容・方法共に妥当であるとのことをご意見をいただいたことから、仮締切の範囲内に生息する全ての個体を保護することができ、オオサンショウウオへ与える影響をできるだけ低減できたと考えられる。



保護（探索）の状況

保護した個体

図-5 仮締切時の保護

また、転流の工事と保護調査を実施する者が綿密な打合せのうえ詳細な段取りとそれに応じた環境の変化を予測して効率的かつ最適な機械・人員を配置し、連携して保護調査に対応したことにより、ダム本体建設工事の進捗に支障のないよう計画どおりの日数で保護調査を終えることができた。

5. おわりに

ダムの堤体となる区間の保護は完了したが、引き続きダム貯水池となる区間に生息する全てのオオサンショウウオを保護して移転させていくとともに、生息環境改善のために設置した施設の利用実態や、移転がもたらすオオサンショウウオへの影響把握のためのモニタリング調査に努めていく。

最後に、長期にわたってご指導・ご助言をいただいた川上ダムオオサンショウウオ保全対策検討会の委員をはじめとする有識者の皆様、オオサンショウウオの移転に関してご理解をいただいている伊賀川漁業協同組合様、普段からご指導をいただいている三重県教育委員会及び伊賀市教育委員会の皆様、仮締切時の保護調査にご協力をいただいた全ての皆様に感謝を申し上げます。

※本論文の内容は、筆者の従前の所属である独立行政法人水資源機構川上ダム建設所環境課における業務に基づくものである。

参考文献

- 1) 廣瀬真由：オオサンショウウオの保全対策に関する検討，平成29年度近畿地方整備局研究発表会，地域づくり・コミュニケーション部門 No.23
- 2) 三重県・奈良県教育委員会.2012.3.特別天然記念物オオサンショウウオ保護管理指針 2012

「遊べる・生き物にやさしい・地域で育む」 大和川を目指して ～大和川水環境改善の取り組みについて～

重村 征哉¹・天野 敦史²

¹近畿地方整備局 大和川河川事務所 調査課 (〒583-0001大阪府藤井寺市川北3-8-33)

²近畿地方整備局 木津川上流河川事務所 伊賀上野出張所 (〒518-0825三重県伊賀市小田町242)

昭和45年に観測史上最も劣悪な水質を呈した大和川では、水環境改善のため国、大阪府、奈良県、市町村などの関係機関、市民や企業が参画して流域全体で様々な取り組みを長い間続けてきた。この取り組みの効果もあり、大和川の水環境は大幅に改善して環境基準値を満たすまでになった。本事例は、「遊べる・生き物にやさしい・地域で育む」を目指す大和川の取り組みの中から、これまで実施の啓発活動とその成果について報告する。

キーワード 水質改善, 啓発活動, 住民・企業・行政の連携

1. はじめに

一級河川大和川水系大和川の本川では、1960年頃まで川遊びをする風景がよく見られた。しかし、高度経済成長の始まりとともに流域の急激な都市開発と産業発展がなされ、これに見合う排水対策の不足により1960年代には水質が大幅に悪化し、水環境の劣悪な状態が続いた。このような中、水環境の改善にむけた協議会などを順次設立し、それぞれの目標達成のため、関係機関が連携し、河川浄化施設や下水道などの整備の推進、合併浄化槽の普及、事業所排水の規制指導、水環境改善意識の啓発等に取り組んできた。また、民間との協働による啓発活動の実施や生活排水における住民の意識的な取り組みの実践なども進めてきた。

これら流域連携による様々な取り組みの結果、2008年(H20)以降、大和川代表地点の水質(BOD75%値)は11年連続で環境基準を満たすまで改善された。(図-1)

本事例は、大和川で行われてきた啓発活動を中心とした水環境改善の取り組みとその成果について報告する。

2. 水環境保全に係る流域連携の歩み

流域内の連携として、国、大阪府、奈良県、市町村などの関係機関は、先ず1967年に水質に関する情報共有と水質事故の対応を目的に「大和川水質汚濁防止連絡協議会」を設立した。

その後、1989年に水質改善の早期達成を目指し「大和川水系水質改善対策事業促進連絡会」を設立した。

1991年には大和川水質改善緊急5ヶ年計画(アクアロード大和川計画)を策定し、1994年に全国的な取り組みである「水環境改善緊急行動計画(清流ルネッサンス21)」へ移行した。そして2002年からは清流ルネッサンス21を引き継ぐ「第二期水環境改善緊急行動計画(大和川清流ルネッサンスII)」を策定した。

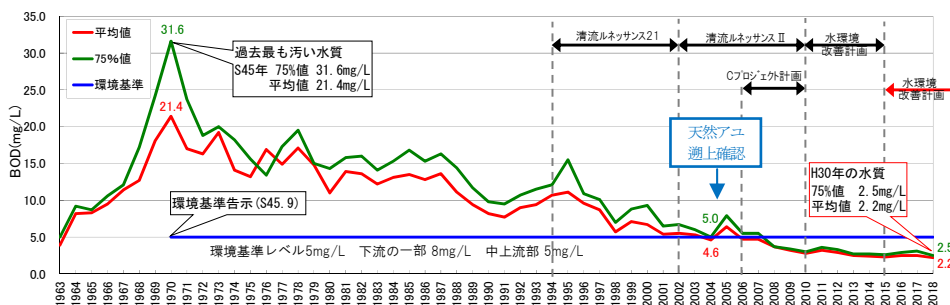


図-1 本川8地点のBOD年平均值, BOD75%値の経年変化

また、2005年には「大和川清流ルネッサンス協議会」と「大和川水質汚濁防止連絡協議会」を統合して、国・大阪府と奈良県・流域36市町村から構成される「大和川水環境協議会」を設置。2006年には大和川の水環境の再生加速を目的に、2010年を目標年とする「Cプロジェクト計画2006(水環境編)」を策定し、「子どもたちが水しぶきをあげながら、いきいきと遊ぶことのできる水辺環境の創出」を水環境の目標像とした取り組みを進めてきた。なお、大阪府、奈良県においては大阪湾流域別下水道整備総合計画(大阪府)及び大和川流域別下水道整備総合計画(奈良県)を策定し、下水道整備を推進している。

これまで、計画の目標達成のため関係機関が連携し河川浄化施設の整備、下水道の整備、高度処理の推進、合併処理浄化槽の普及、事業所排水の規制指導や水環境改善意識の啓発等に取り組んできた。

一定の水質改善がみられる現在は、大和川水環境協議会において2012年に策定した「大和川水環境改善計画」に基づき、「遊べる大和川・生きものにやさしい大和川・地域で育む大和川」を目標に、大和川水環境協議会が一体となって各種施策に取り組んでいる。

3. 大和川水環境協議会の取り組み

大和川水環境協議会の水環境改善の取り組みのうち、流域住民に対する様々な啓発活動について、以下に紹介する。

(1)大和川コンクール

大和川コンクールは、幼児、小・中学生を対象として、1985年に絵の部、作文の部の募集から始まり、その後写真の部やポスターの部を追加しており、今年で35回目の開催となる。作品は毎年2,000点を超える応募があり、昨年までの応募総数は累計で11万点を超えている。環境教育の一環として応募する学校もあり、親子2世代にわたる応募もみられ、地域の環境学習として定着している。

大和川をテーマとした絵や作文等の製作に取り組むことを通して、大和川の歴史にふれ、私たちの生活の営み

が環境に与える影響や川と共に生きている私たちができることについて考えることができる取り組みであり、これによる意識の変化は、出展作品や受賞者のコメントからうかがうことができ、また歴史や環境の学習にも寄与することができていると考えられる。

また、作品をみる大人の側にとっても、出展した子どもたちの感性を改めて学ぶ機会となり、作品の展示等を通して水環境に対する意識啓発が一層促進されるものである。

長年の応募作品をみていくと、過去にはよごれた大和川の作品が多かったが、近年では川での遊泳やアユが泳ぐ姿、きれいな風景を描いた明るい色調の作品が増えており、子供たちの大和川に対するイメージの変化を感じることができる。水質の向上とともに水環境の改善が目に見えた成果として現れている。(図-2)

(2)水生生物観察会

大和川の大和府域では、2004年に天然アユの遡上が耳石で判別され、近年は産卵も確認されている。また、河口から約30km上流の奈良県域においても2013年に天然アユが確認されるなど、生物の生息環境の改善がみられる。また、水辺の利用促進においては、堺市(水辺の楽校)や八尾市(若林地区ワンド)の水辺整備が行われ、水辺の環境が良好となってきている。

水辺整備とともに、国やその他流域の行政機関、NPO団体では、主に小学生を対象に「水生生物観察会」など水生生物の学習を実施している。(図-3)



図-3 水生生物観察会

実際に川に入り生き物や川の水にふれた後は、身近な大和川の水の汚れについて、その原因、改善のために自分たちができていることを学び、知って、考えてもらうことで大和川水環境改善の啓発につなげている。

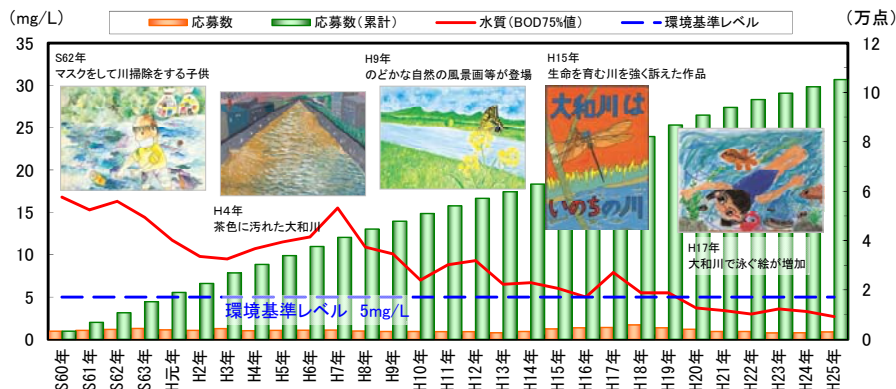


図-2 応募作品の傾向と大和川の水質の変遷

この取り組みでは、講師と共同して作成した冊子である「自然観察ガイド」を使用している。水生生物調査は2017年度に46会場で開催しており、累計で2,649人の参加があった。

(3)府県の取り組み

2008年に大阪府においては「大和川水質改善検討チーム」を、奈良県においては「大和川清流復活ネットワーク」をそれぞれ設置し、市民に対するきめ細やかな啓発活動や情報発信、民間との協働による取り組みを進めている。奈良県で開催されたアクリルタワシ作製講座は、2017年度で8会場214名が参加した。こうした取り組みにより、市民や企業が中心となった啓発活動の実施や生活排水における住民の意識的な取り組みの実践、家庭における下水道への接続や浄化槽の設置が徐々に進んでいる。(図-4)



図-4 住民団体と行政機関が連携して行っているアクリルタワシ作製講座

(4)水環境巡回パネル展

市町村が実施するイベントなどにおいて生活排水対策の必要性を啓発するパネル展を奈良県域3箇所、大阪府域4箇所実施し、来場者数は約850名を集約であった。パネルは、水質悪化の原因や大和川の水質の変遷、今すぐできる保全のための取り組み等を紹介する内容となっており、来場者の水質改善に対する意識向上に寄与している。(図-5)



図-5 水環境巡回パネル展

あわせて、大和川コンクールの入賞作品も展示している。子どもたちの作品をみる大人の側にとっても、出展した子どもたちの感性に触れることで、さらなる水環境に対する意識向上が図られるものと考えられる。(図-6)



図-6 大和川コンクールの入賞作品展示

(5)大和川博士講座

大和川博士講座とは、大和川の水質悪化の原因から保全の取り組みまでを紙芝居や実演を交え、誰にでも分かりやすく、楽しく学んでもらえる講座である。奈良県域9回、大阪府域3回タイアップで実施しており、市民から延べ4,165人の参加を得るなど好評を得ている。(図-7)



図-7 大和川博士講座

(6)発生源対策（生活排水対策）

大和川では、水質を悪化させる要因の約8割が各家庭で発生する生活排水であることから、発生源として食事、台所、洗濯等の8区分を整理し、このうち主な4区分を対象にして、取り組みを呼びかけることとした。

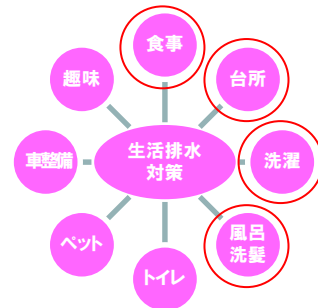


図-8 生活排水の発生源対策イメージ

取り組みとしては、2004年度から2009年度（計7回）の「大和川流域生活排水対策社会実験」を踏まえ、2010年度から『水質改善強化月間』として啓発を実施している。取り組みとしては、大和川の水質が悪化しやすい2月を強化月間とし、「残さない」「ふき取る」「流さない」を合言葉に、NPO や民間企業とも連携し、家庭からの生活排水軽減を呼びかけるもので、チラシやポスター、街頭活動を実施している。

また、取り組み期間が終了した3月にはWEBによるアンケート調査を行い、水質改善強化月間の認知度、取り

っている。アンケート結果では、使用しているとの回答は約6割となり、マイバック・マイボトルによる負荷削減はかなり浸透してきている。

(図-13)



図-13 啓発パネル（マイバック，マイボトル）



図-14 ごみの発生源対策のイメージ

(8) SNSによる情報発信

大和川水環境協議会事務局のSNSによる情報発信では、Facebookを活用している。

内容は、イベントの事前告知や開催日当日、開催報告などアップする日を設定し、協議会の構成機関にシェアしてもらい広範囲の情報発信に努めているところであり、

今後も構成機関の協力のもと情報発信を継続していきたい。

4. 効果測定

(1)参加率（累積参加者，流域人口の数%）

大和川の水質改善に関する啓発の効果については、いかにして多数の流域住民に大和川の水環境改善の取り組みを知っていただけるかの指標が、重要と考える。

水質強化月間におけるアンケートの参加率は、平成28年から平成29年度に若干上昇しており、啓発が進んでいると考えることができる。

また、生活排水の取り組みについても少しずつだが浸透している。先に述べたように、流域内外で比較すると、流域内の方が数多く水質改善に取り組んでおり、流域内の取り組みが浸透していると言える。（図-15）

アンケート結果によると、流域内の約10%の住民が、飲み残しをしない、油を流さないという水質改善の取り組みを実施していることになる。

また、啓発活動の参加数は、一斉清掃で約26,000人、その他参加者はごみモニタリング約1,400人、大和川クリーンデーで約5,000人、水生生物調査で約1,400人となっている。さらに、パネル展、Facebook、コンクール、アクリルタワシ講座などの全てを含めると、累計で約65,000人（流域人口約214万人の約3%）が啓発活動に参加していると推定される。

啓発が浸透しているなか、今後さらに多くの方々に、大和川の水環境について知っていただけるよう、効果的な啓発活動を継続していきたいと考える。

(2)負荷量の軽減

水環境改善の取り組み効果の検証手法として、負荷削減量の試算を試みた。近年は、大和川の水質改善が進み、本川と支川のBODが大幅に改善されてきており、水質調査だけでは効果が判断しづらくなっている。このため、水質改善強化月間における生活排水負荷低減のための取

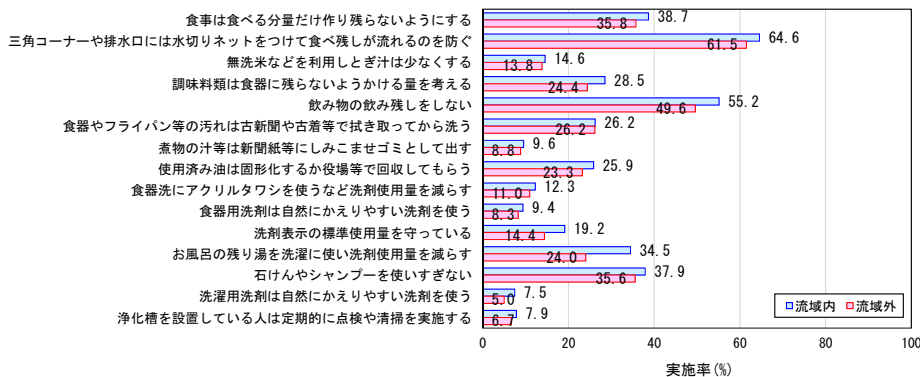


図-15 アンケート結果（各取り組みの実施率の流域内外の比較）

り組みに関する啓発の効果を把握するため、水質調査結果補完する手法として、室内試験等の結果を基にアンケート調査結果を用いた流域内の負荷削減量を試算している。

取り組み内容としては、15項目のアンケート結果と室内試験結果、一部公表値を用いて河川への負荷の低減を試算した。

室内試験は、飲食物、食器用洗剤、洗濯用洗剤、洗髪剤など負荷の発生源を用いて、食器に付着したものをそのまま洗った場合と、ふき取った食器を洗った場合を比較することで、負荷の削減量を分析した。

この試算では、各取り組みを実施することで、全く取り組みをしない場合と比較して大和川流域内で年間約2割のBOD負荷量が削減され、また水質改善強化月間における啓発により、年間約2%のBOD負荷量が削減されているものと試算された。

取り組み効果を項目別にみると、食べ残しや使用済み油を出さないことによる負荷削減量が多くなる試算結果であり、これらの項目に対して、今後重点的に実施していくことが効果的であると考える。

5. まとめ

大和川の水質改善を目的に行ってきた啓発活動は40年を経過し、この期間に協議会を構成する機関や、住民、企業ほか大和川に関わる多様な組織や人々の結びつきが培われてきた。

各々が、できること、できないことを理解し合い、支え合い、つながり続けることで活動が続いてきたものと考える。

水質は一定の改善をみせているものの、ごみ対策等の課題もまだ残されている。人口減少や高齢化など啓発活動の継続には課題も多いなか、これまでの活動を持続可能なものにしていくことが重要と考える。

人と人とのつながりを大切にしつつ、遊べる・生き物にやさしい大和川を地域で育ていけるよう試行錯誤しながらも水質改善に取り組んでいきたい。

最後に、「遊べる・生き物にやさしい・地域で育む」大和川の取り組みに参加、協力いただいた皆様に感謝の意を表し、報告の終わりとする。