

須崎港津波検討調査

～次の南海地震に備えて～

高知港湾・空港整備事務所 企画調整課
企画調整係長 西森 忍

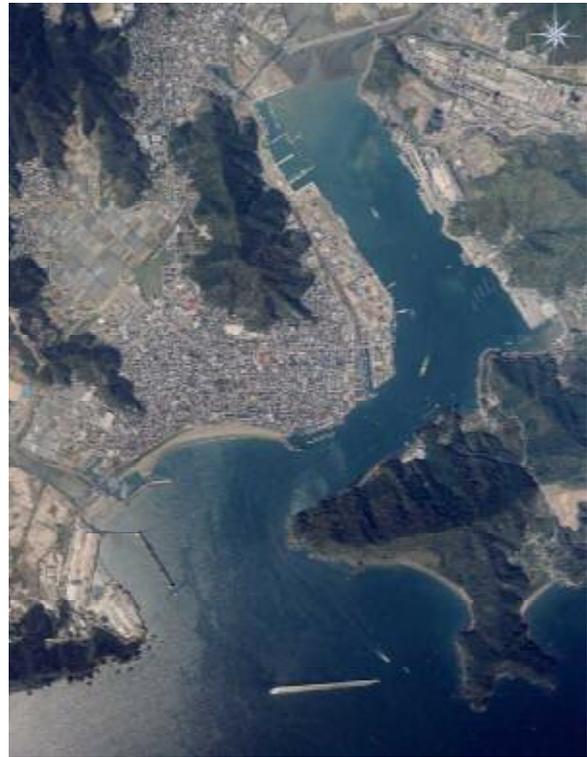
1. まえがき

須崎港は土佐湾のほぼ中央、高知市の西30km、須崎市に位置しリアス式海岸の形状をした天然の良港として、古くから地域の生産、消費物資を取り扱い、現在ではセメント、石灰石、木材等を取り扱う県下最大の貿易港として大きな役割を果たしている。

一方で、須崎港沿岸は、リアス式海岸形状のため、津波の被害を受けやすく、古くから幾多の津波によって尊い人命と財産が奪われてきた。

このため、昭和58年に改訂された港湾計画において、港内の静穏度向上とあわせて恒久的な津波対策として防波堤の建設が開始された。

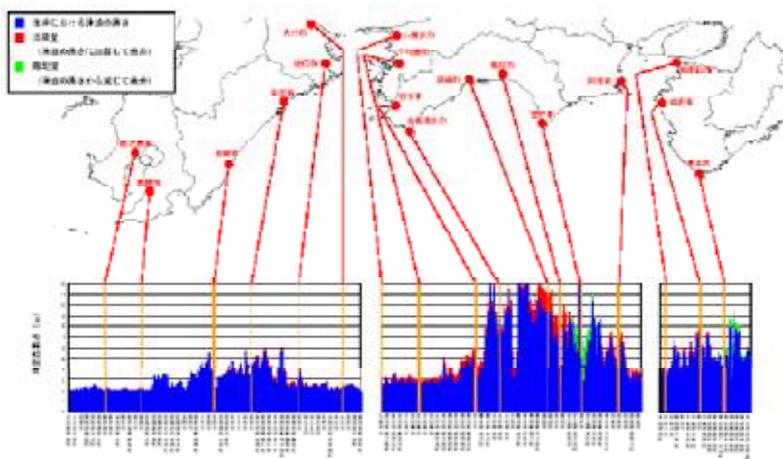
現在（平成14年度末）において、防波堤の建設及び港内の防潮堤の改良の進捗率は約60%で平成20年台前半の完成を目指して建設が進められている。



2. 地域防災計画の見直し

須崎港における津波対策は、高知県の地域防災計画（昭和58年当時）に基づき昭和南海地震（1946、M8.1）の津波を対象に進められてきたが、高知県においては兵庫県南部地震（阪神・淡路大震災）後に地域防災計画における対象地震の見直しを行い、平成14度において対象地震の規模を「安政南海地震（1854、M8.4）」に変更し各市町村に対しても地域防災計画の見直しを求めている。

高知における津波の震源の震源分布図（1）



東南海・南海地震津波での想定津波表及分布図（太平洋側） 高知沿岸

また、平成13年9月には政府の中央防災会議において、今世紀前半に発生する可能性が高いとされている東海・東南海地震について、的確な防災対策を早急に検討する必要があることから、「東南海・南海地震に関する専門調査会」を設置し地震対策についての検討を行うため、現在（2003.4）までに10回の会合を開催し四国においては左記のような被害想定が発表されている。

3. 津波検討調査の目的と地域防災計画への支援

津波シミュレーションについて地震の規模が当初計画を上回ったことにより、防波堤の地震・津波に対する安定検討を目的に行ったが、安政南海地震における津波においては、津波高が昭和南海地震の約 1.5 倍となり現整備計画においては須崎市内が浸水することが判明した。

これを受けて須崎市が、平成 15 年に改訂する地域防災計画において、より具体的な避難計画の立案のための支援を当事務所に依頼があったことから、陸域での津波浸水を考慮したシミュレーションを実施することとした。

4. 津波シミュレーションの概要

津波シミュレーションは南海トラフ上で発生する断層による地盤変動を初期水位差に置き換え自由波の伝搬を浅水理論により目的の地形による変形計算を行うものであり、今回のシミュレーションにおいては最小メッシュを 12.5m とし、従来考慮していなかった河川遡上及び陸域での遡上計算も行うこととした。

津波に対する危険度について検討するための作業フローについては図-1 のとおりである。

また、再現計算を除くシミュレーションケースとしては表-1 に示すとおりとし、潮位については M.S.L 及び H.W.L を採用することにより平均的な浸水モデルと最悪の浸水モデルにて浸水計算を行った。

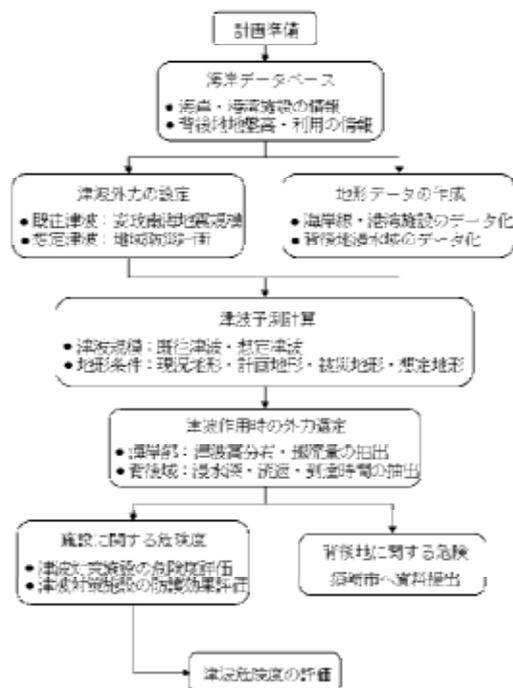


図-1

津波外力				
想定地震	規模 (マグニチュード)	備考		
①安政南海地震	8.4	1854年(安政1年)発生。死者372人(行方不明者含む)、負傷者180人の被害が出た。		
②高知県想定地震	8.4	「高知県津波防災アセスメント調査事業報告書、平成12年」において須崎市で最も大きな津波が発生するとされている地震。		
③昭和南海地震	8.1	1946年(昭和21年)発生。高知県は死者679人、負傷者1,836人という全国で最大の被害を被った。		
地形条件				
	施設天端高条件			備考
	津波防波堤	防潮堤	河川堤防	
case01	H14高	H14高	現状高	平成14年度現在の防波堤・防潮堤整備状態
case02	計画高	計画高	現状高	防波堤・防潮堤整備完了時の状態
case03	計画高	計画高	現状高	case02に対して陸コウを開放、水門は機能
case04	無	無	無	昭和南海地震津波来襲当時(昭和21年)の地形形状

表-1

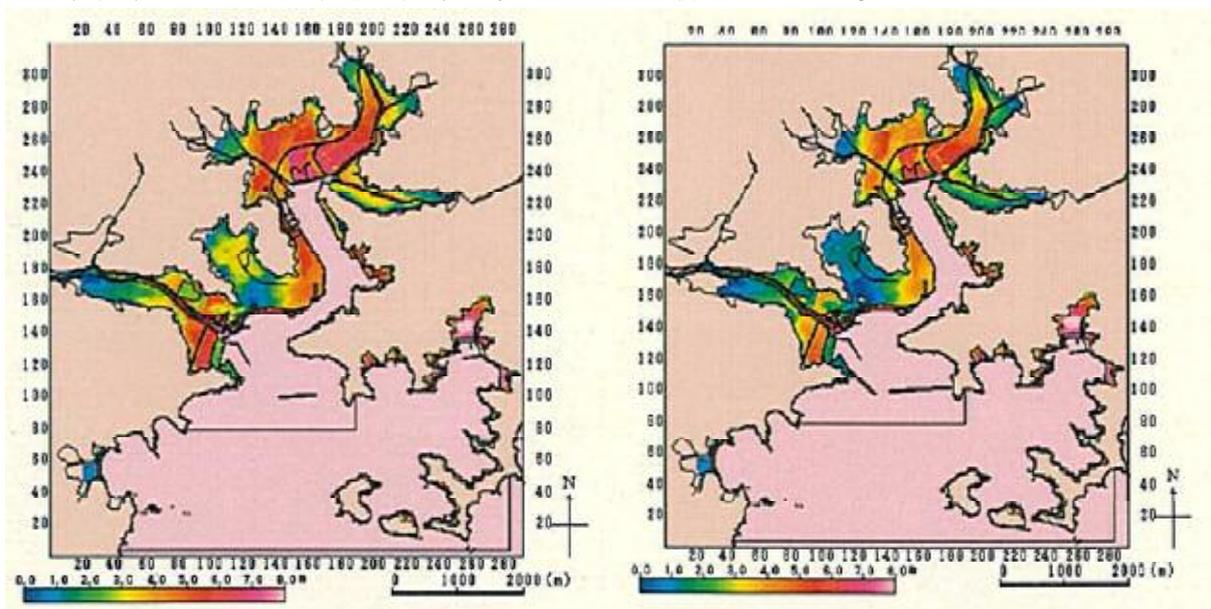
5. 津波シミュレーション結果

シミュレーションの結果として、現計画の地震規模（昭和南海地震 M8.1）、当時の地形条件における浸水過程と浸水規模については、ほぼ、津波経験者等の記憶どおりの浸水であることが判明し、シミュレーションモデルの妥当性が確認できた。

想定地震における浸水については整備中の防護施設（防波堤、防潮堤等）を考慮しても現計画の津波に対し規模が大きくなることから、昭和南海地震における津波による浸水に対して浸水範囲は広くなり、浸水深も大きくなる。

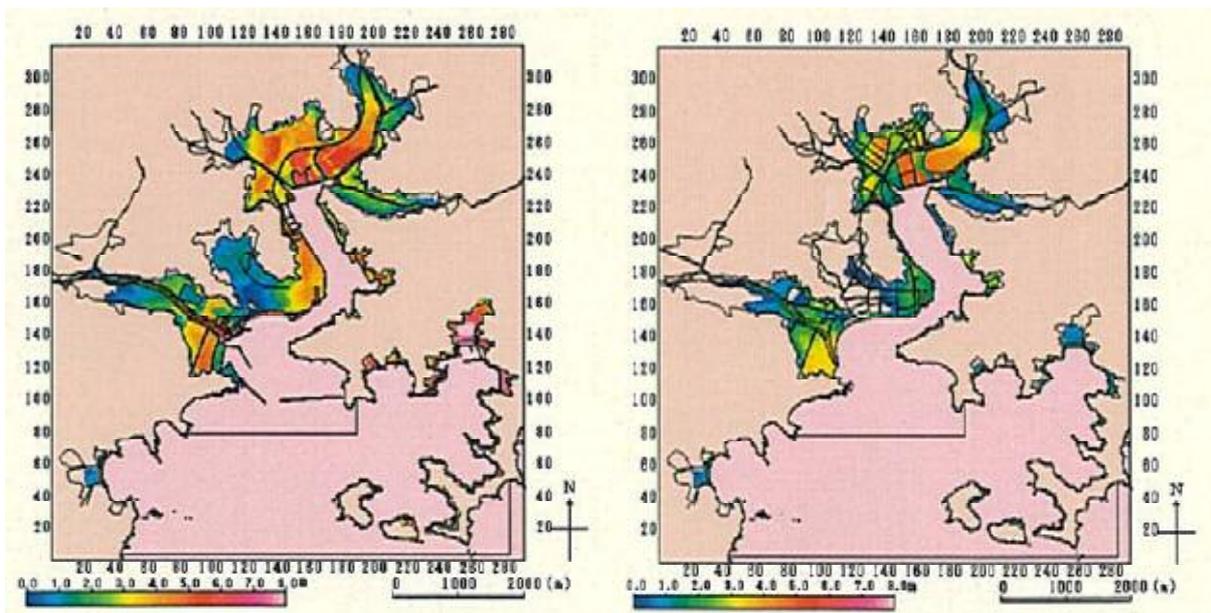
しかし、防護施設により今回想定した津波による陸域での津波の流速の低減、浸水開始時間の遅れが確認できた。

陸閘が解放されていると浸水時間が閉鎖されている場合に対して5分程度早くなるが、閉鎖されている場合は陸域へ浸水した水の排水が遅れる。



case01（高知県想定）

case02（高知県想定）



case03（高知県想定）

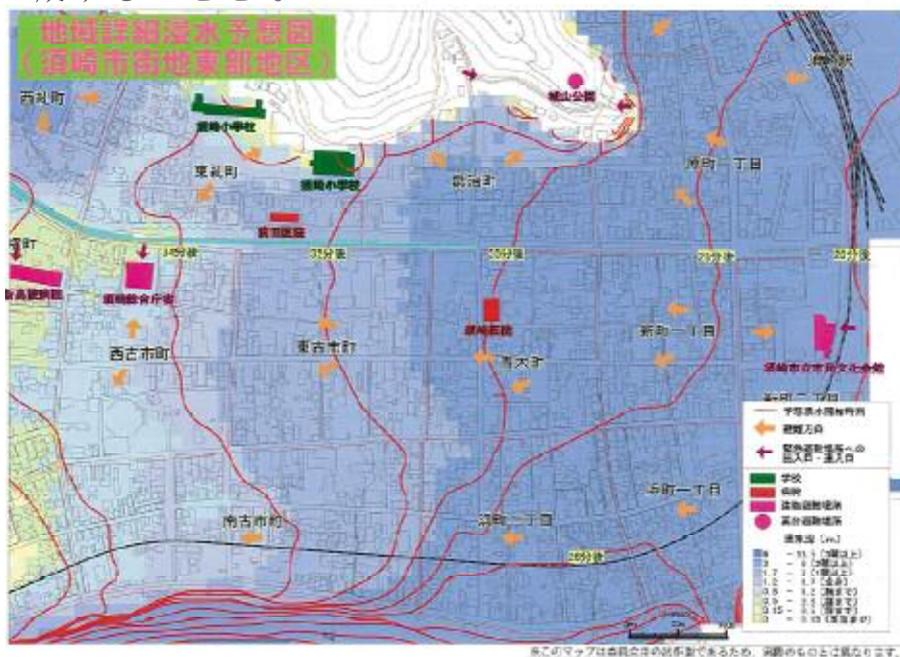
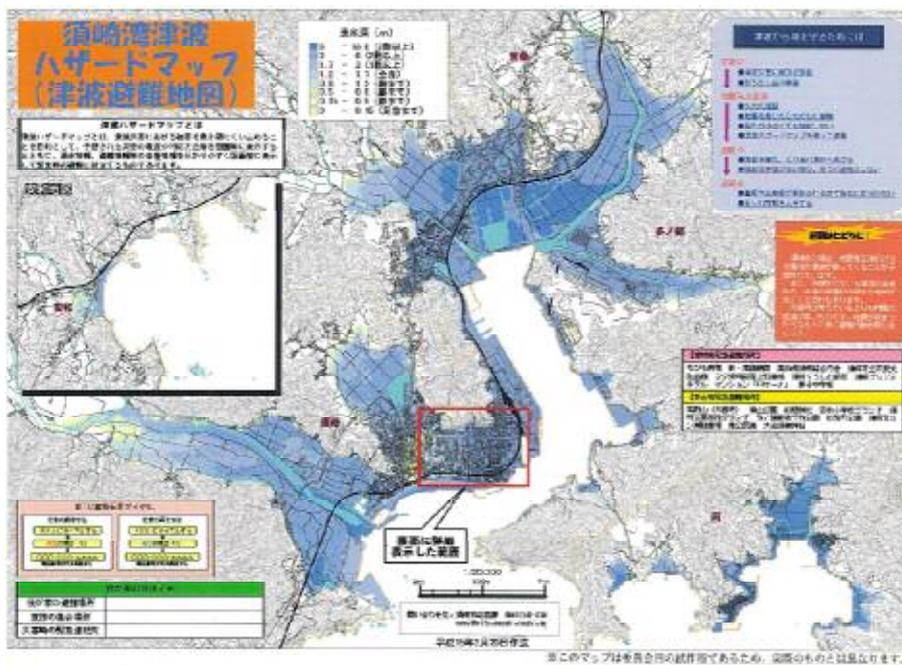
case04（昭和南海）

最大津波浸水深分布図（潮位H.W.L）

6. 地域防災計画への反映

須崎市はシミュレーション結果を地域防災計画における避難計画の策定に用いるために、学識経験者、防災関係行政機関等で組織する「須崎市津波対策検討委員会（委員長京大、高山教授）」を開催し避難対策を中心としたソフト対策についての検討を行った。

また、この委員会において検討するための資料として本シミュレーションを基にした須崎湾津波ハザードマップ（案）を作成することとな



り、市民が参加した試行ワークショップを開催しハザードマップ（案）を作成した。また、一般市民を対象とした「津波防災セミナー（約600人参加）」を開催し、シミュレーション結果の説明、地震・津波防災講演を行い、須崎市の津波防災の取り組みについて市民に説明を行った。

7. 今後の取り組み

今後の取り組みとしては須崎市の地域防災計画の見直しの中で本シミュレーションを参考に避難場所・避難路の整備見直しを行うとともに、自主防災組織の強化や防災意識の継続的な啓蒙の推進に取り組む予定となっている。

当所においては、現計画を早期に整備するとともに、本シミュレーションモデルを使った今後のインフラ整備についても検討を行うこととしたい。

岩盤斜面の常時微動計測・振動計測による不安定ブロック抽出手法に関する研究

独立行政法人土木研究所 土砂管理研究グループ地すべりチーム

主任研究員 浅井 健一

1. はじめに

岩盤崩壊は表層崩壊に比べて発生頻度は低いものの、崩壊が発生した場合には甚大な被害が生じる。このような岩盤斜面に対しては、ハード対策の実施とともに、地形の急峻さや規模からハード対策が困難な場合には斜面監視等のソフト対策も併せて実施していく必要がある。しかしながら、広範囲に分布する岩盤斜面のすべてに対して対策や監視を行うことは困難であることから、不安定な岩盤ブロックを精度良く抽出することが対策や監視を効率よく実施する上で重要である。

不安定な岩盤ブロックの抽出は、通常、地表踏査等によって亀裂の分布や開口度などを十分把握することにより行われる。しかしながら、地中部分の亀裂分布や開口度等については正確に把握し難い場合も多く、一見危険に見える岩盤ブロックが実際に地中の部分で基盤とつながっているのか分離しているのか等がわからず、真に不安定なブロックを抽出するのが難しい。これに対し、常時生じている岩盤ブロックの微動（常時微動）及び人工的な振動を与えたときの岩盤ブロックの振動を計測することによって不安定な岩盤ブロックを抽出できる可能性が示されている¹⁾。

本研究は、岩盤ブロックの振動を計測し、その振動状況を指標として岩盤ブロックの不安定性を評価し不安定ブロック及び同一ブロックの範囲を精度良く抽出する手法の確立をめざすものであり、その一環として、実際の岩盤斜面に振動計を設置して、常時及び人工振源により振動を与えたときの振動データを取得・解析し、することにより、不安定岩盤ブロックの抽出手法としての適用性について検討した結果を今回報告するものである。

2. 計測技術の概要

図 - 1 に示すように、対象岩盤に複数の計測点を設けて振動計を取り付け、岩盤ブロックの常時微動及び人工的な振動を与えたときの振動を計測する。このとき、入力振動の大きさが常に同じではないことを考慮し、計測点のうち1つを必ず安定岩盤に設けて比較する必要がある。計測システム構成を図 - 2 に示す。今回用いた振動計は速度型の3成分ジオフォンで、小型軽量のため背面のスパイク及びパテで容易に固定できる。これは広い範囲の岩盤斜面を次々に計測していくのに適するように考案された機種である。デジタルレコーダーは代表チャンネルについて大ま

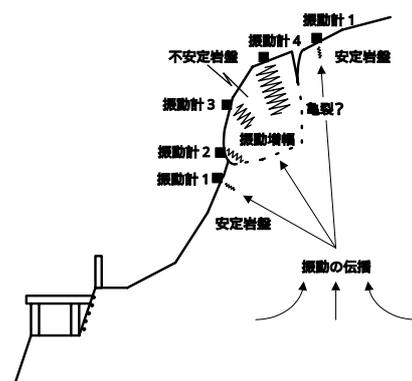


図 - 1 計測技術の概要

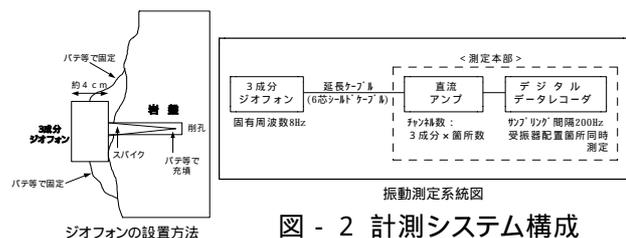


図 - 2 計測システム構成

ながらリアルタイムで波形を表示できるので、振動状況の確認あるいは安定岩盤の計測点が適切であったかどうかの現地での確認が可能である。

解析処理の流れを図 - 3 に示す。波形記録は振幅や減衰の状態などを比較できるため、岩盤ブロックの不安定性の判断、同じ不安定でも同一

ブロックかどうかの判断を行う材料となる。周波数スペクトルは岩盤ブロックの固有周波数に関係すると考えられているため、特に岩盤ブロックの大きさやブロックの同一性を考える上で重要な情報となる。振動粒子軌跡は振幅に加えて振動方向が示されるため、岩盤ブロックの不安定性やブロックの同一性に加えて、不安定な方向を判断する材料となる。以上が一般的な解析であるが、本研究では、岩盤ブロックの不安定性を判断する指標として、一定時間あたりの累積変位（入力振動によって岩盤の計測点が一定時間内に実際に動かされた軌跡の距離を示す）の適用性を検討しているところである。

3 . 計測方法

計測を行った現場は徳島県徳島市の眉山北麓に位置する岩盤斜面であり、住宅地の近傍にあって崩壊による住宅地への被害が懸念されることから、対策等のための不安定ブロック抽出のモデルケースとなりうる地区である。亀裂は結晶片岩の片理面による水平方向の亀裂とそれに直交する垂直方向の亀裂が数多く発達し、これらの亀裂によって多数のブロックに分かれている。開口亀裂も多く、不安定ブロックが多いと想定される。計測点は主要なブロックを網羅するよう、安定岩盤を含めて計 13 点設け、振動計 4 台を用いて 4 パターンの配置に分けて計測を行った。計測点配置について図 - 4 に示す。

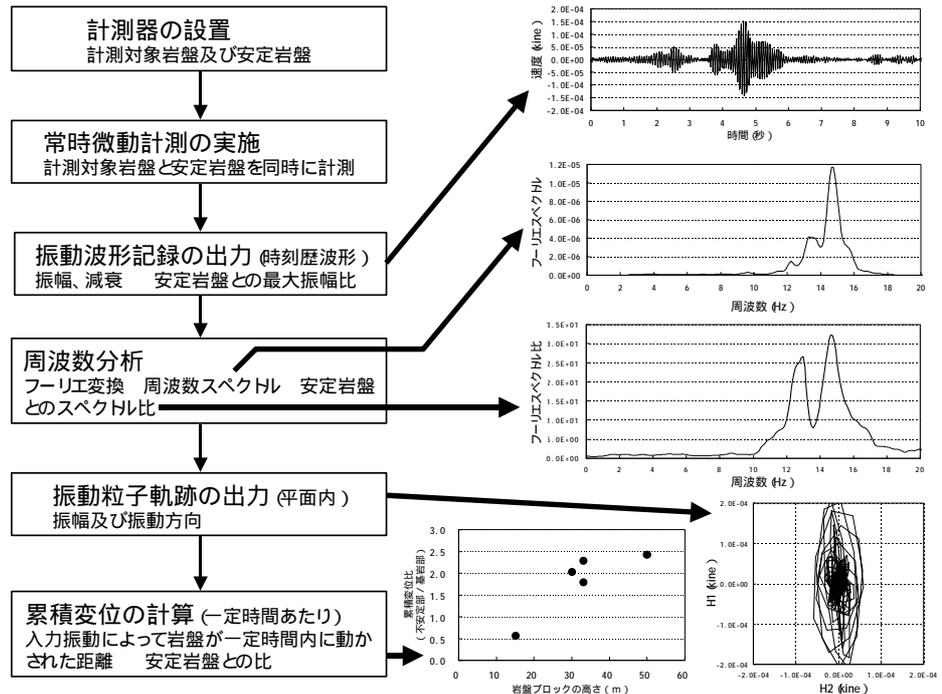


図 - 3 解析処理の流れ



図 - 4 計測対象斜面及び計測点配置

振動源については、近傍に明確な振動源がない場合の常時微動のほか、数種類の人工的な振動源による振動データを取得した。今回はそのうち2 tトラック走行による結果を代表例として報告を行う。

4 . 計測結果

計測結果の代表例として、2 tトラック走行によって振動を与えたときの水平面内の振動粒子軌跡を図 - 5 に、安定岩盤に対する累積変位比の分布を図 - 6 に示す。

計測結果から岩盤ブロックの不安定性を判断すると、P 5、P 9 及び P 11 は安定岩盤 P 1 と同様の振動を示し比較的安定していると判断される。一方で、P 3、P 4、P 6、P 8、P 10、P 13 は振幅や累積変位比が大きく、不安定ブロックと判断される。P 7 は上記 P 3、P 4、P 6、P 8、P 10、P 13 よりは振幅や累積変位比が若干小さく、不安定度はやや小さいと判断される。P 2 は P 5、P 9、P 11 に次いで累積変位比が小さいが振幅が

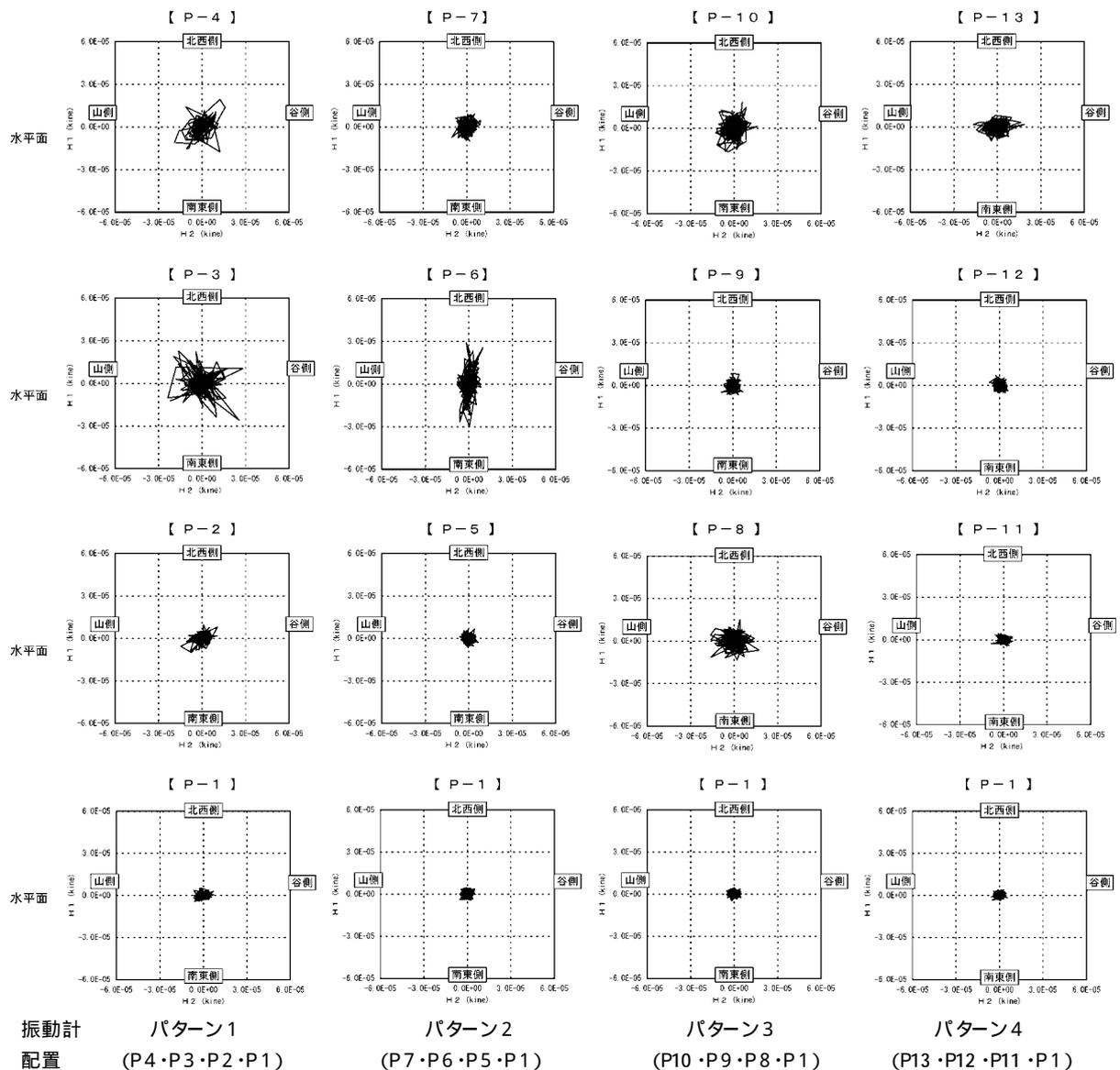


図 - 5 振動粒子軌跡 (2 tトラック通行時、水平面、4秒間)

若干大きい。また、P12は振幅についてはP5、P9、P11と同様に小さいが累積変位比が若干大きい。そのため、これら2点の安定度はP5、P9及びP11のグループとP7との間と判断される。

また、特徴的なこととして、斜面中部にあるP3、P6及びP8の振幅や累積変位比は、これらより上部の計測点の振幅より大きい。これは上部と一体となって振動しているのではなく、上部とは別の分離したブロックとして振動しているためであると判断される。実際に、P3及びP6を設けた岩盤ブロックの周囲の亀裂を側面から見ると、図-7に示すように正面から見た場合と同様に開口し、完全に基盤から分離したブロックであることから、上記の判断は妥当であり、これらは対策上特に注意を要するブロックと判断される。P8は側面から見ることはできないが、正面から見た亀裂の開口度から同様の状態と判断される。

以上の結果から、岩盤の振動計測がブロック分けに有効な手法であることが示されたといえる。

5. まとめ

常時微動計測及び人工振源を用いた振動計測による不安定岩盤ブロックの抽出技術の検討のため、実際の岩盤斜面において計測を行った結果、岩盤ブロックの不安定性を振動状況によって区別でき、振動計測が不安定岩盤ブロックの抽出に有効な手法であることを示すことができた。

今後、他の実斜面においても各種の振動源を用いた計測を行い解析することにより、適切な振動源の検討、より適切な不安定範囲の評価方法の検討、対策工（岩盤接着工、アンカー工など）の効果判定への適用性の検討を行う予定である。

本研究にあたり、計測現場提供にご協力頂いた徳島県徳島土木事務所に対し、記して感謝いたします。

引用文献

- 1) 千田容嗣・寺田秀樹・辻雅規(2001): 常時微動による岩盤ブロックの安定度評価への適用性の検討, 平成13年度砂防学会研究発表会概要集, pp. 382 - 383.

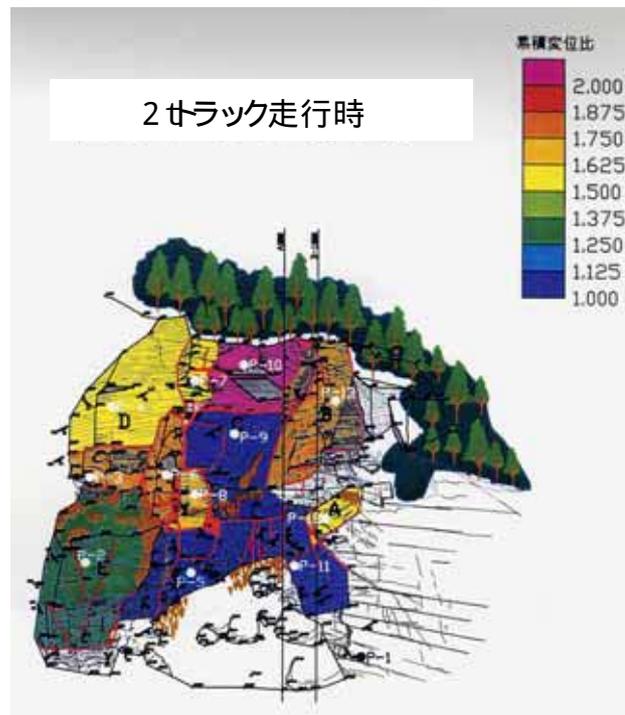


図 - 6 累積変位比分布図



図 - 7 計測点 P3及びP6 設置ブロック側面

外断熱建物に関する性能基準について

北海道開発局 営繕部 建築課 中島 良幸

1 はじめに

外断熱工法は、積雪寒冷地の厳しい気象条件に対応する有用な建築技術の一つであり、北海道内における採用実績も多い。また、地球環境保全の視点からも優れた建築技術として再認識されてきているが、一方で、材料・工法の標準化、施設の熱的特性に配慮した設備の設計手法及び運転手法の確立等はなされていない。

北海道開発局営繕部では外断熱工法を積雪寒冷地における重要な建築技術の一つと位置づけ、これまでに工法・材料等の特徴の分類・整理、ディテールの検討及び基礎データの資料収集を目的とする計測を行ってきた。また、平成14年2月北海道開発局に「外断熱建物に関する検討委員会」を設置し、外断熱工法を採用した建物(以下、「外断熱建物」という。)の実績や建物の熱的環境・運転データの解析結果等をもとに各種検討を進め、この委員会における検討結果を踏まえて平成15年4月「外断熱建物に関する性能基準」(以下、「性能基準」という。)を制定した。

本稿では、これまでに行った外断熱工法の検討内容について述べるとともに、このたび制定した性能基準について概要を報告する。

2 外断熱工法の種類

外断熱工法とは、鉄筋コンクリート造、鉄骨鉄筋コンクリート造等熱容量が大きな構造躯体の外側に断熱を施す工法をいう。工法の分類にあたっては外壁と屋根について整理を行った。

2.1 外壁

外壁については、断熱材の取付方法を含む「構成上の分類」及び「耐火法規上の分類」の2面から外断熱工法の整理を行った。

2.1.1 構成上の分類

(1) 断熱材の施工方法による分類

ア 打込み工法：断熱材を型枠に取付けるか、又は断熱複合板を型枠にしてコンクリートを打設し、躯体と一体化する工法

イ 後張り工法：コンクリート打設後、接着剤等を使い断熱材を躯体に取付ける工法

打込み工法は工程短縮に効果があり、特に型枠として用いる場合は型枠材の軽減となるが、断熱材の種類が水を吸わない発泡系に限られる。一方、後張り工法は型枠取外し後の施工となり、打込み工法と比べて工程が増えるが、断熱材及び仕上材の選択範囲が広まる。

(2) 通気層の有無による分類

ア 通気層工法：断熱材と外装材の間に通気層を確保する工法

イ 密着工法：断熱材と外装材を密着する工法

通気層工法は内部結露の原因となる水蒸気や侵入した雨水の排出に対し有効であるため、繊維系の断熱材ではこの工法による必要がある。一方、密着工法は外装材と断熱材を一体化した複合板を用いるもの等があり施工性や経済性の点から実施例が多い。一般的に用いられている外壁の工法と断熱材との組合せを表 - 1 のようにまとめることができる。

表 - 1 . 外壁の工法と断熱材による特性

断熱材 工法	有機物発泡系	無機物繊維系	断熱複合板 (有機物発泡系+ボード)
通気層工法			-
密着工法		-	

有機物発泡系：押出発泡ポリスチレン等

無機物繊維系：グラスウール、ロックウール等

複合板：断熱材（有機発泡系断熱材と外装材を一体化したもの）

(3) 構成上の特徴

(1)(2)から構成上の特徴を表 - 2 のようにまとめることができる。

表 - 2 . 構成上の区分のまとめ

通気層 施工		通気層のあるタイプ	密着したタイプ
		A -	A -
A	断熱材躯体 打込み タイプ	外装材の自由度 通気層型外断熱工法	施工性や経済性が高い 密着型外断熱工法
		B -	B -
B	断熱材躯体 後張り タイプ	不燃繊維系での事例多い 通気層型外断熱工法	断熱改修に多い 密着型外断熱工法

2 . 1 . 2 耐火法規上の分類

耐火法規上、不燃工法、改正建築基準法 68 条 26 項による認定工法、耐火外装工法及び耐火構造の外壁に断熱材を施す工法の 4 種類に分類することができる。

2 . 2 屋根

屋根については、防水層の位置と防水層保護の材料の有無により断熱保護防水工法、断熱露出防水工法、2重屋根工法の 3 種類に分類することができる。

3 外断熱建物に関する性能基準の概要

本基準は外断熱建物の設計基準として位置づけられるものである。適用範囲は、道内の官庁施設のうち庁舎及びその付帯施設で外断熱建物のものとしているが、広く一般的な外断熱建物にも適用できるものである。

3 . 1 基準の特徴

本基準は、「国家機関の建築物及びその付帯施設の位置、規模及び構造に関する基準」に基づき、外断熱建物の備えるべき性能について特に必要とされる性能項目とその水準を示し、さらにその性能を確保するために必要な技術的事項と検証方法を定め

ている。水準については、施設の管理者となるユーザーと企画立案・設計等を担当する建築技術者の間で、施設が備えるべき性能レベルを共通の認識で把握できるように平易な一般的表現としている。

3.2 性能基準の構成及び内容

本基準は、外断熱建物の性能と性能確保に関する基本的事項から構成される。

図 - 1 に本基準の構成を示す。

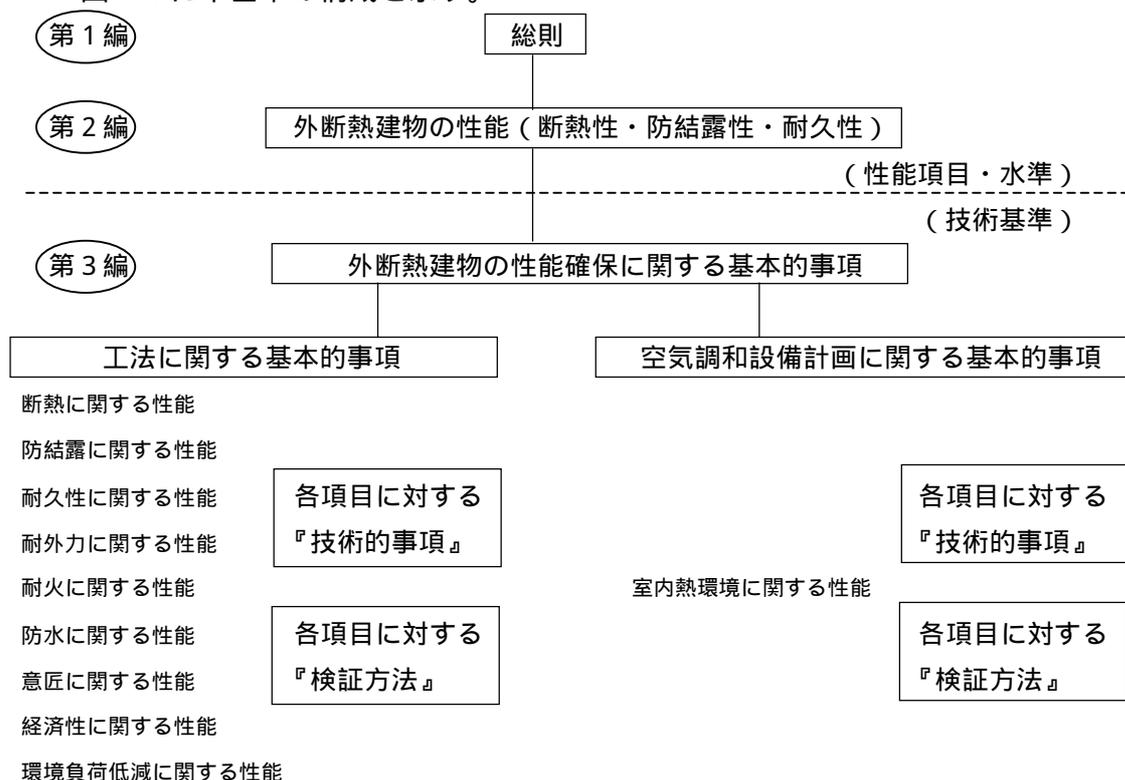


図 - 1 . 外断熱建物に関する性能基準の構成

3.2.1 外断熱建物の性能項目・水準

外断熱建物が備えるべき主要な性能としては、「断熱性」「防結露性」「耐久性」について規定し、それぞれ水準を定めた。

まず、「断熱性」については、高い断熱性能を有することによる施設全体の快適性の向上、省エネルギー等を目的として規定している。性能の水準は、通常の建物に比べ高い断熱性能を有することとし、一般的な外断熱建物と特に高い断熱性を有するものの2段階に分類した。

次に、「防結露性」については、結露を基とした菌類の発生による健康被害や建物の劣化を防止することを目的として規定している。性能の水準は、全ての施設共通で、建物全体にわたって結露が防止されていることとした。

さらに、「耐久性」については、建物の長寿命化による環境負荷低減や改修コストの低減等を目的として、構造体、建築非構造部材、建築設備について規定している。性能の水準は、構造体は、大規模な改修を行わずに使用できる期間を2段階

に分類し定め、建築非構造部材と建築設備は、構造体の耐久性に応じた合理的な耐久性を設定することとした。

3.2.2 外断熱建物の性能確保に関する基本的事項

基本的事項は、工法に関するもの9項目と設備に関するもの1項目を定め、それぞれに技術的事項と検証方法を示した。

技術的事項とは、外断熱建物の性能を満たすために必要となる具体的項目を示し、検証方法は、設計内容が設定した技術的事項に見合っているかを確認する方法を示すものである。

(1) 工法に関する基本的事項

まず、断熱に関する性能の技術的事項では、施設全体の性能をPAL（年間熱負荷係数）を指標として用いて要求値を定めると共に、施設全体に関する事項として建築計画、断熱材及びヒートブリッジについて定めている。検証方法は、PALの計算書、建物の設計図書、断熱材の技術的資料などを用いて性能を確認することとしている。

次に、防結露に関する性能の技術的事項では、構造体表面や内部仕上げ材などの部位を示しその部位が結露しないこと、外壁などの水蒸気を排出しやすくすることなどを定めている。検証方法は、露点温度以下にならないことを計算書等で、水蒸気の排出ができる構造・材料等であることを設計図書等で確認することとした。

さらに、耐久性に関する性能の技術的事項では、構造体の耐久性の確保とともに、非構造部材及び設備機器についても構造体が目標とする耐久年数内でライフサイクルコストが最小となる材料及び工法等を用いることを定めた。検証方法は、構造体の耐久性を計算等で、非構造部材の更新サイクルが構造体の耐久年数に対して適切であることを技術資料等で確認することとした。

その他に、耐外力、耐火、防水、意匠、経済性及び環境負荷低減に関する性能の技術的事項及び検証方法を定めた。

(2) 空気調和設備計画に関する基本的事項

室内熱環境に関する性能の技術的事項は、高断熱効果により室内の温度変化が緩慢になること等を考慮した室内の温湿度、気流、放射等について、又、快適性を経済的に維持するための空調システムや制御方法についても定めた。検証方法は、高断熱効果を考慮した計算等により確認することとした。

4 あとがき

外断熱建物は、選定した材料・工法等により経済性や環境負荷低減に対する効果等に差異が生ずるため、総合的な視点から材料・工法を的確に評価することが重要である。現在、外断熱工法の効果等を総合的に判断するための評価手法について検討を行っており、これらの検討を踏まえ、今後とも積雪寒冷地における建築技術のあり方について検討を行い、よりよい施設整備に反映させていく予定である。

官庁施設のグリーン診断結果による効果的なグリーン改修計画について

東北地方整備局設備課 林 直人
村上修一
木村広太

1 , はじめに

東北地方整備局営繕部では、管内の官庁施設（207 施設、面積約 44 万㎡）を対象に、平成 14 年度から 16 年度までの 3 力年計画でグリーン診断を実施している。これは京都市議定書の温室効果ガス削減約束の達成のため、『政府が率先して地球温暖化対策に取り組む』との観点から、官庁施設のエネルギー使用状況、削減余地等を把握し省エネルギーの推進に向けた施設改修（以下『グリーン改修』と言う）や運用改善等の方策を検討する為の診断である。

従来の官庁施設の改修計画においては主として施設の劣化度、及びそれによる施設運営への影響度によって優先順位が決められてきた。今後はこれにエネルギー削減効果という新たな評価要素を加え、施設改修の際に劣化の修繕と同時に環境負荷の低減を達成していく必要がある。

本研究では今後の施設改修工事において、より効率良くエネルギー削減効果を得る事を目的とし、平成 14 年度分のグリーン診断結果を基にグリーン改修計画の策定に際して特に考慮すべき内容を提案する。

2 , グリーン診断結果の整理

グリーン診断対象施設の内、現在までに平成 14 年度分（93 施設、面積約 29 万㎡）の診断が終了している。この診断結果を以下にまとめた。

2.1 , エネルギー使用量調査結果

平成 14 年度診断対象施設の現状のエネルギー使用量は表 1 のとおりであった。

表 1 対象施設年間使用エネルギー

電力(GJ/年)	ガス(GJ/年)	油(GJ/年)	計(GJ/年)	単位面積あたり(GJ/㎡年)
253,907	16,952	83,480	354,340	1.17

一般的な事務所の単位面積あたりの年間使用エネルギーは 1.87(GJ/㎡年)¹とされている。今回診断した施設は面積にして 9 割以上が事務庁舎である。したがってこれらの官庁施設は、グリーン改修を実施する以前に民間の事務所ビルよりも、総じてエネルギー利用効率が良いと判断する事ができる。この単位面積あたりの年間使用エネルギーを庁舎の規模別に集計した結果を図 1 にまとめた。

図が示すとおり規模が大きいほど単位面積あたりの使用エネルギーが増加する傾向が現れた。特に電力の使用量の増加が顕著であり、全体のエネルギー使用量を押し上げている。

逆に油は規模が大きいほどエネルギー量が減少している。これは規模の大きさによって空調熱源の効率的な利用がなされていること、また熱源としてガスを利用している施設が増えていることを示している。

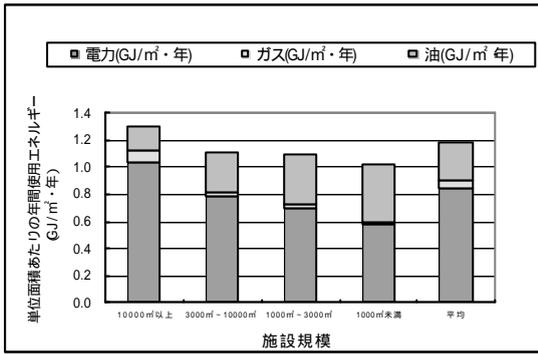


図1 建物規模別の単位面積あたりの年間使用エネルギー

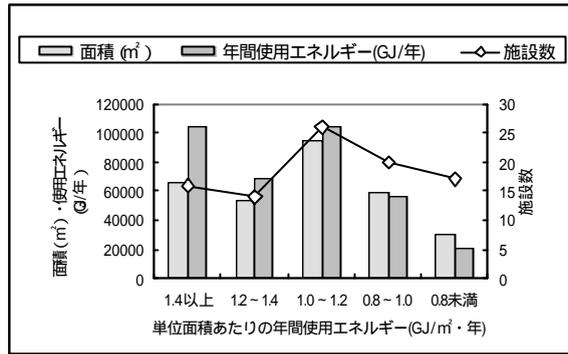


図2 単位面積あたりの年間使用エネルギー別の施設数

次に単位面積あたりの使用エネルギーの大小によって各施設を段階的に分別した場合のそれぞれの占める面積、施設数、年間使用エネルギーを図2にまとめた。

年間使用エネルギーが1.2(GJ/㎡・年)以上の施設は、それ以下の施設と比較して面積に対して施設数が少ない。この事からも施設規模の大きい庁舎ほどエネルギー消費量が多い事がわかる。これらの施設が全体に占める割合は、面積が約39%なのに対して使用エネルギー量では約49%に達している。以上の結果から、今後のグリーン改修で効果的にエネルギー削減効果を得る為には、現状でエネルギー消費量の多い大規模施設を集中的に実施する事が有効であると考えられる。

2.2, 診断時に計画したグリーン化技術とその効果

グリーン診断において、表2のとおり各施設に対してグリーン化技術を計画した。これらは単にエネルギー削減効果だけではなく、対象となる改修部位の劣化の度合いやその他の部位に与える波及の程度等を考慮し、物理的・予算的な妥当性の判断を行い選定したものである。この為改修が容易かつ効果の高い技術ほど件数が多くなっている。

このグリーン化技術を採用した場合に想定されるCO2排出削減量を図3に示す。

表2 計画したグリーン化技術

グリーン化技術	内容	件数
照明改修	Hf照明器具、各種照明制御の導入	79
受変電設備改修	高効率変圧器に更新	6
太陽光発電設備	太陽光発電パネルの設置	51
昇降機VVVF方式	インバーター制御機器に更新	5
冷温水ポンプVWV制御	ポンプ制御系を変流量制御に改修	34
空調機VAV制御	空調機制御系を変風量制御に改修	34
空調機コイル面風速低減	空調機を更新	8
熱源高効率化	高効率機器に更新	31
空調熱源台数制御	熱源制御系を複数台制御に更新	2
外断熱	外壁及び屋根防水を断熱材に改修	48
窓の断熱、日射遮蔽	窓を複層ガラスまたは反射ガラスに改修	57
太陽集水熱	太陽熱集熱器の設置	1

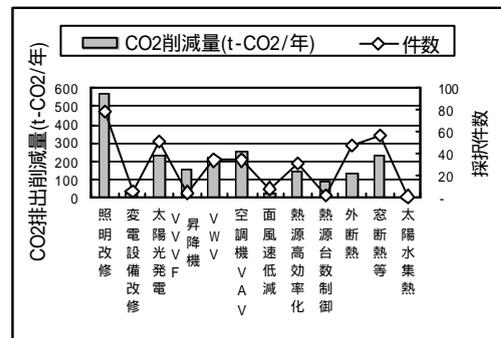


図3 グリーン化技術別のCO2排出削減量

図中の CO2 削減量は CEC 計算等によって算出したエネルギー削減量に、エネルギー種別ごとの CO2 排出量原単位²を乗じた値である。

図示のとおり、照明改修による CO2 排出削減量が特に多く、全体の約 28% を占めている。照明器具以外に波及する道連れ工事が少ない事から計画件数も最も多くなっており、環境負荷低減の為に積極的に採用できる技術であると言える。この他に計画件数が多いのが太陽光発電、外断熱、窓断熱である。太陽光発電は十分な設置スペースがあれば既存施設の道連れ工事が出ない事が理由で計画件数が増えている。外断熱・窓断熱は既存劣化の修繕に併せて実施する事を前提に計画されている。

逆に計画件数が少ない技術は、大規模施設にしか設置されない設備である場合、既存施設への波及が大きく物理的に不可能である場合や、施設規模によっては実施しても十分な効果が得られない場合が多い技術である。これらの技術は実施に際して既存への波及と費用対効果を十分に検討する必要がある。

次に想定される改修費用をグリーン化技術別に集計した結果と、費用対効果を図 4 にまとめた。

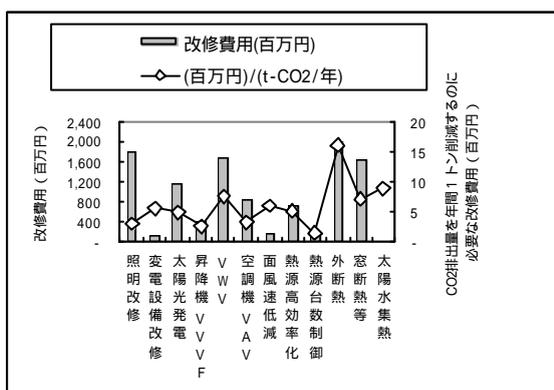


図 4 グリーン化技術別費用対効果(対工事費)

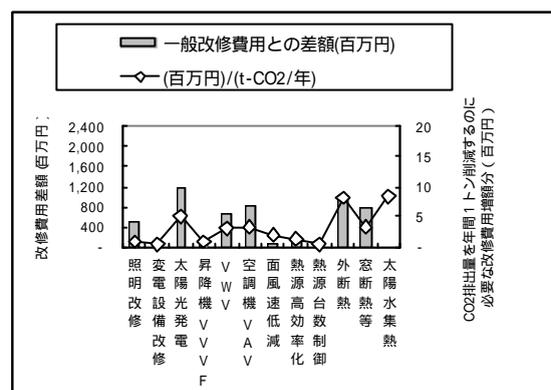


図 5 グリーン化技術別費用対効果(対差額)

計画件数の少なかった昇降機 VVVF と熱源台数制御が、費用対効果では優れている事が確認できた。これは診断において、導入コストに見合うだけのスケールメリットを受けられる大規模庁舎において計画した結果である。逆に件数が多かった外断熱・窓断熱は費用対効果が良くない結果となっている。しかし外断熱を計画した施設は、近々壁面改修あるいは屋根改修の必要性が認められる古い庁舎である。そこで、グリーン化技術を採用する場合の想定改修費用と、従来の劣化修繕で想定される改修費用の差額を基に図 5 に費用対効果をまとめた。

外断熱・窓断熱とも、大幅に費用対効果が向上する事が確認できた。この事から、外断熱・窓断熱の既存施設への導入は、既存の修繕を行う必要がある場合に行うべきであると言える。また、変電設備改修・VVV・面風速低減・熱源高効率化等の既存施設の更新等に係るグリーン化技術についても費用対効果が向上する事が確認できた。

2.3 , 診断による CO2 排出削減量・削減率

計画したグリーン化技術を全て実施した場合に想定される CO2 排出削減量は 1,874 (t-CO2/年)であり、現状の排出量に対する削減率は 9.5% に上った。これを施設の経過年

数ごとに集計した結果を図6に示す。

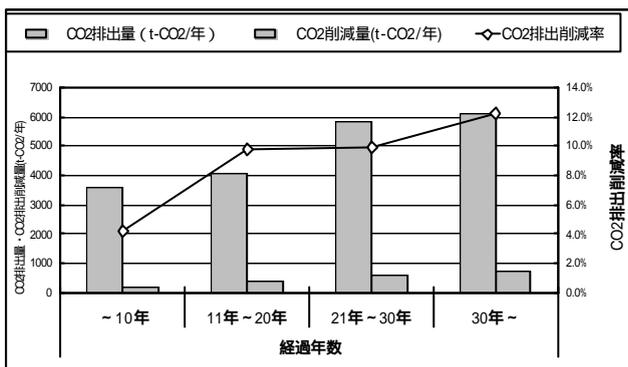


図6 グリーン診断によるCO2排出削減率（経過年数別）
 図示のとおり、建築後10年以内の施設はCO2排出量の削減率が低い。これは施設の劣化が軽度である為改修を実施する時期に至っていない事、また技術の進歩によりグリーン化技術が採用されている庁舎があった事が原因である。しかし11年以上経過している施設については、経過年数が多い施設程削減率が高くはなっているものの、その伸びは緩やかで大きな差は見られない。これは経年により既に改修や設備の更新がなされているためと考えられる。この為、各部位ごとに劣化の程度を診断し、適切な時期にグリーン改修工事を実施する事が重要であると考えられる。

3, まとめ（グリーン改修計画についての提言）

以上のグリーン診断結果から、グリーン改修における対象施設と各グリーン化技術の導入に際し、考慮すべき点をまとめた。

- ・大規模施設ほどエネルギー使用量が多くグリーン改修によるCO2排出削減可能量が多い傾向にある為、これを優先的にグリーン改修することが有効である。
- ・施設の経過年数が比較的少ない新しい施設は劣化の度合いが低く省エネルギーに対する配慮もなされているので、ある程度建設年次の古いものを優先的に実施すべきである。
- ・既存設備の更新に併せて実施すべきグリーン化技術は、各部位の劣化度合いと費用対効果を検討し採用を決定する。なお、この場合の費用対効果は、従来の改修費用とグリーン改修費用との差額でCO2削減効果を検討する必要がある。

この他、以下の点についても考慮すべきである。

- ・太陽光発電、太陽水集熱のように全く新しく追加するグリーン化技術の採用には、来庁者等へのPR効果も併せて検討すべきである。
- ・グリーン改修を効果的に実施するために、単一の施設について複数の改修項目の改修時期を併せて実施することで、施設業務への支障を少なくすると共に改修費用の縮減に努めるべきである。

以上の点を考慮してグリーン改修計画を策定する事で、より効率良くエネルギー削減効果を得る事が可能になると考える。なお、実際のCO2排出量削減の為には、グリーン改修の実施によるハード面の整備と同様に、運用面での省エネへの取り組みも重要である。

今回約半数の施設の診断により検討を行ったが、今後2年間で残りの施設のグリーン診断を行い、効果的なグリーン改修を実施すると共に施設利用者側の環境負荷低減への意識向上を促す事で、東北管内における官庁施設の環境負荷低減を進めていきたい。

- 1) 平成14年度 建築物の省エネルギー基準と計算の手引き (財)建築環境・省エネルギー機構 より抜粋
- 2) 空気調和・衛生工学会地球環境委員会提案値

東京湾環境情報センターについて

海域環境情報の共有を目指して

関東地方整備局 横浜港湾空港技術調査事務所 環境課 建設管理官 小宮山 隆

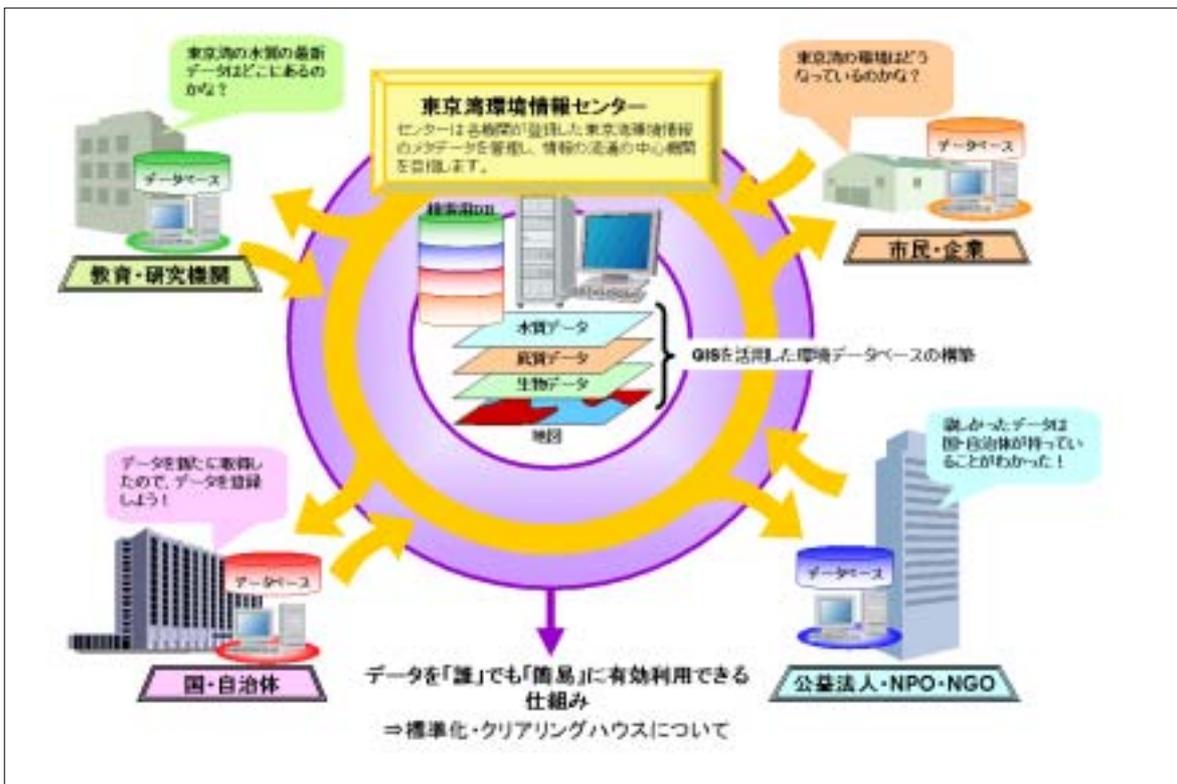
1 設立の背景

地球規模での持続的な発展が必要とされる現代社会において、海の環境の保全・創造に関するニーズは高まっています。東京湾においても環境と調和した港の整備や自然の再生を目的とした公共事業の実施など、良好な環境を将来世代へ継承することが重要となっています。

東京湾蘇生プロジェクト、自然再生事業の実施など、東京湾の海の環境を保全、回復、創造していくうえでは、関係機関が連携し、現状把握や環境メカニズムを解明していくことなどが大切であり、そのためには多くの環境データを必要とします。

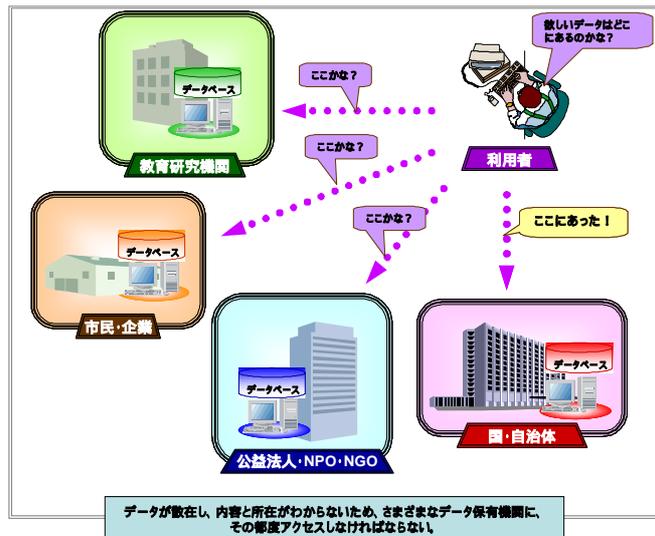
さらに、現実の環境保全などの事業や活動を進める際には、自治体、学識者や NPO、一般市民などからの参加が求められており、検討結果のみではなく、その導出の過程においても、基本情報が開示、共有化され、様々の分野の専門家、市民がそれぞれの立場からこれらのデータを読みとって議論を行い、協働で作業することが必要となってきました。

これらのさまざまな環境情報の要求に対して、広域的な環境情報を把握し、蓄積された情報を共有し「誰」でも「簡易」に利用できる環境情報の整備が重要となっています。



2 設立の目的（環境情報の流通促進）

東京湾においては、港湾部局をはじめとする各機関による環境調査が実施され、さまざまな情報が収集されています。今後、東京湾の環境蘇生に関する事業を効率的に進めていくためにも、使いやすい環境情報の整備とその有効利用が求められています。しかしながら、各機関において取得された環境データの多くは、各所に散在し、利用したい者にとって、その所在と内容が明確となっていないのが現状です。



こうしたことから、東京湾再生に向けた総合的な海域環境対策の推進を図るため、環境情報をより有効に活用する仕組みをもつ「東京湾環境情報センター」を設立しました。東京湾環境情報センターでは、情報化社会の基盤を有効に利用し、環境データの収集、蓄積、管理、流通を容易にするシステムを構築し、貴重な海域環境データの散逸防止と積極的なデータの利用、発信を行っていきます。

3 取り組みの内容

3.1 主な検討内容の抽出

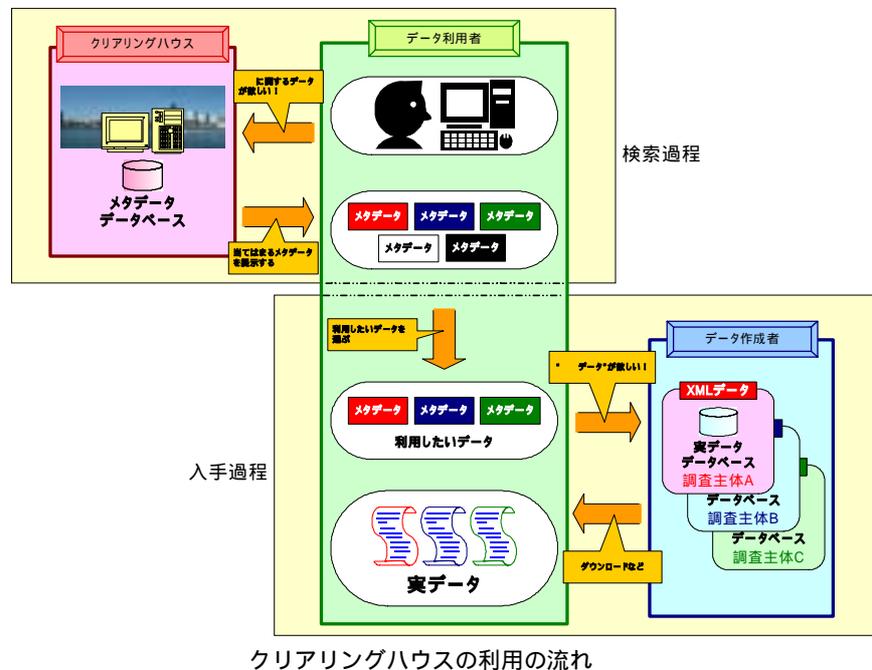
東京湾の環境を考える際には、河川や潮流、生物による影響、地形的、歴史的な経緯など様々な要因を検討していくことが大切であり、検討を進めるグループが多様なデータをいかに共有するかが結果の精度を左右する大きな要因となります。「東京湾環境情報センター」では、「東京湾に関する環境情報のワンストップサービスの実現」「情報の共有」を目標としています。これを実現するための課題としては、「対象者が研究者レベルから一般の方までと広範囲である。」「環境情報の内容が統一されていない。（データの定義が不統一）」「環境情報の管理者が分散している。（データの所在が不明確）」などがあり、こうした問題を解決するために、対象者を専門家と一般の利用者に分けて、「どのような情報を、どのように提示すべきか」大学、自治体、NGO、国の研究機関等のメンバーによる委員会で検討を行い、以下の方針で取り組むこととしました。

一般の利用者に対しては、基本となる環境情報を利用しやすく分かり易い形で提供できるよう、整理されたデータを図や表で表現し公開していきます。また、専門家に対しては、他分野にわたる詳細なデータを大量に扱えることが必要となるため、情報の共有（流通）を可能にする課題に取り組んでいきます。

3.2 各機関に散在する情報の有機的な連携

従来のデータベース構築は、データを収集、蓄積する方式のため、各機関から広範なデータを収集すると巨大なデータベースとなってしまう、システムメンテナンスに膨大な手間と費用を要します。

東京湾環境情報センターでは、各機関が保有するデータそのものを集めるのではなく、データの管理、更新は本来のデータ作成者が行い、データの内容と所在を明らかにするメタデータ(検索情報)だけを登録した、環境情報の“クリアリングハウス機能”を整備します。データ利用者は、検索条件に該当した必要なデータを保有している機関からインターネットでデータを手入手することが可能となります。



3.3 データの標準化の推進

入手したデータが各機関独自の定義で作成されている場合、内容を整理し、フォーマットを変換する必要が生じます。環境情報の共有化(流通促進)のためには、データを標準化し、取扱いを容易にすることが有効です。今回、標準化を進めるにあたっては、環境情報も地理(位置)情報を含むデータであることから、地理情報の国際標準ISO/TC211に基づいたデータ内容の定義を行っています。環境データは、多くの分野で利用されることを念頭に、データの取得者、研究者、公開する立場、標準化の専門家など産官学の連携を図り、標準化の方法について検討を行っています。

このようなデータの定義や構造を、「環境データ製品仕様書(仮称)」としてとりまとめ、今後環境調査を行うにあたっては、製品仕様書に基づく調査成果の取りまとめを仕様書に記述することで、発注者、調査者(データ作成者)ともに、従来の作業内容を大きく変更することなく標準書式によるデータ作成が可能となります。標準化が実現すれば、データの流通が大きく進展すると思われます。

3.4 データの利活用に関する運用規程の整備

インターネット上でデータを共有する際には、データ利用時の出典の明記、データの定義、セキュリティーポリシーなどの基本的なルールが必要となります。東京湾環境情報センターでは、環境情報ネットワークに参加する様々な機関の合意を得られる運用規定の検討を行っていきます。

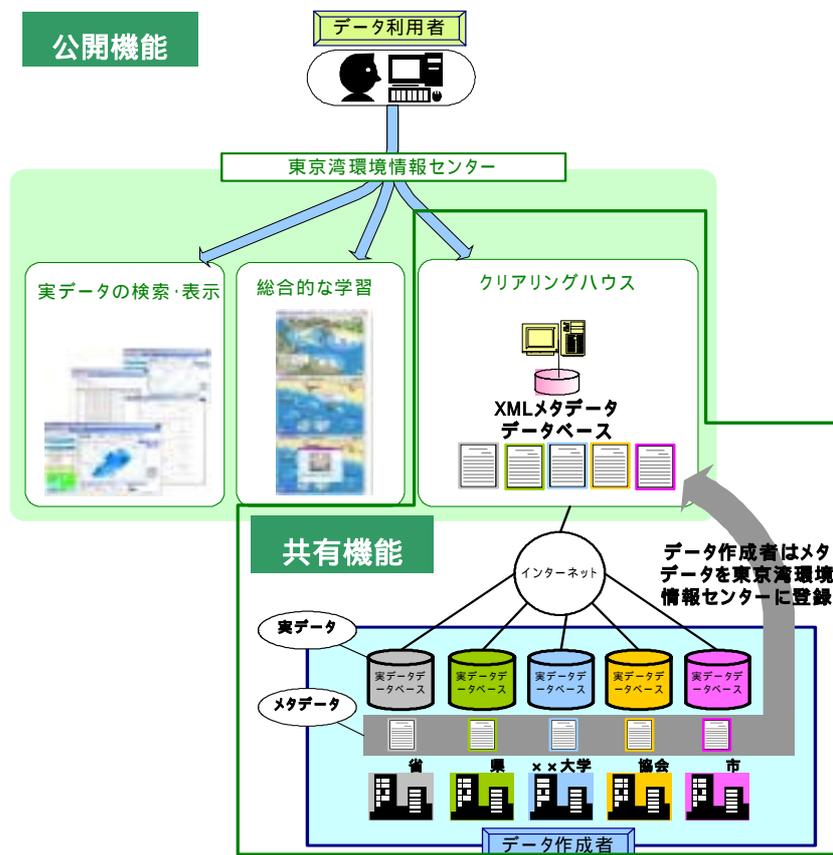
4 情報提供機能の概要の紹介 ~より分かりやすく、より使いやすく!~

東京湾環境情報センターでは、幅広い利用者に情報を提供するため、以下に示す2つの機能を整備して行く予定です。このうち、公開機能については、既に開発が完了し、Webサイトのコンテンツとして提供を開始しました。もう一方の共有機能については、今後、段階的に整備し、こちらについても順次提供する予定です。

公開機能：多くの方を対象に、基礎的な環境情報を図表や、地理情報を利用し、分かり易く公開する。また、これらのデータを利用して東京湾の環境について広報する環境学習コンテンツ等の整備を進める。

共有機能：専門的、あるいは個別の地域における情報についても共有・流通を可能にするため、東京湾に関する環境データを効率よく検索できるクリアリングハウスを構築する。

東京湾環境情報センターの全体構成イメージ



5 おわりに

東京湾の海域環境を改善して行くためには、東京湾を集水域で捉え、そこに暮らす人々に東京湾の環境に関心を持ってもらうための努力が必要と考えます。また、将来の東京湾をどう考えるかについては、専門家の話し合いだけで決定することなく、一般市民とも同じ条件で考え、対話することによって、新しい姿を見い出して行くことが必要です。東京湾環境情報センターを通じて、様々な視点で東京湾の環境について考え、再生に向けた様々な取り組みが推進されることが望めます。

愛知県リサイクル資材評価制度（あいくる）について

発表者 愛知県建設部建設総務課 川端 寛文

1、はじめに

循環型社会の構築に向けて、いわゆるグリーン購入法の施行など、グリーン調達とは国、自治体などの重要な課題となっている。特に公共工事における取組は、資材の使用量が多いこと、様々な産業の廃棄物が建設資材にリサイクルされていることなどから重要である。

一方、公共工事における資材の調達は、請負を通しての間接であること、共通仕様書等で資材について使用のルールが細かく定められていることなど、他の公共調達とは異なった側面があり、特別の取組が必要となる。

公共工事の資材調達は基本的に前例主義であり、実績のない資材は使われないが、リサイクル資材は公共工事で使用しないと実績が作れないというジレンマが存在していた。

愛知県では、そのジレンマを解消し、公共工事でリサイクル資材の使用を拡大する施策として愛知県リサイクル資材評価制度（以下「あいくる」という。）を制度化した。

2、あいくるの概要

あいくるは、図1のような概念で構成されている。

2. 1 リサイクル資材の性能規定化

評価基準という形で品質性能、リサイクル率、安全性、品質管理、環境負荷について定めている。

基本的に公共工事での率先利用を前提しているため、共通仕様書等を基に作成し、認定資材（以下「あいくる材」という。）は無条件で共通仕様書に適合しているものとして取り扱うこととしている。

現在22品目について評価基準を作成しており、愛知県建設技術研究所のホームページ (<http://www.pref.aichi.jp/kengiken/>) で公表している。

2. 2 評価認定制度

愛知県建設技術研究所で年3回受付期間を定めて認定している。

表1のように、認定件数は回を重ねるごとに増加しており、県や市町村での使用の増加を反映しているものと思われる。

この制度の大きな特色は、廃棄物の産地や製造地を限定していな

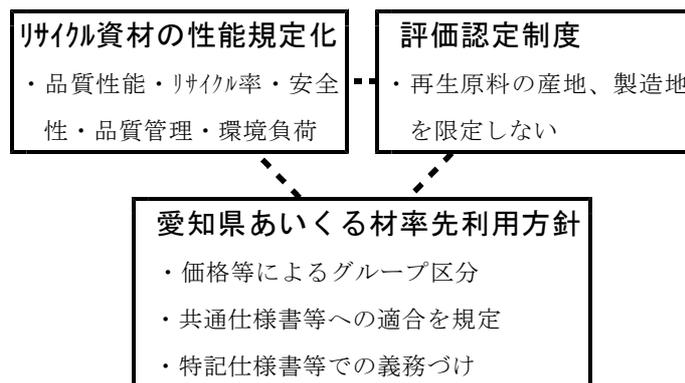


図1 愛知県リサイクル資材評価制度の概念図

表1 あいくる材の認定状況

	認定日	認定件数	資材数
H14. 第1回	h14.8.5	42件	77
第2回	h14.12.2	35件	51
第3回	h15.4.14	72件	201
H15. 第1回	h15.8.11	87件	288
合計		236件	617

注1) 認定件数は、認定申請単位の件数

注2) 資材数は、U字溝、縁石等種類ごとの資材数

いで、全国のリサイクル資材を認定していることである。

本県の制度は、あくまで、公共工事でのグリーン調達を目的としており、公共工事以外グリーン調達について産地の限定はしていないこと、公共工事の一般資材も基本的に産地を限定していないことなどが理由である。

循環型社会の構築はグローバルな課題であり、製造地を県内に絞ってしまうのは、製鉄工場は国内に数カ所であり、鉄は全国すべての県で使うのに、廃棄物は特定の県ですべてリサイクルすべきなのか、とか、リサイクル資材で、全国で数カ所しか製造していないものは使わないのかななどの矛盾をはらんでいると思う。

本県の場合、コンクリート二次製品などで、当初他県の認定資材が多くあったため、危機感を感じた県内業者がリサイクルに取り組み、認定申請するという展開があり、結果的に県内のリサイクル産業も活性化している。

2. 3 愛知県あいくる材率先利用方針

認定されたあいくる材について愛知県として利用方式を明確にするため、「愛知県あいくる材率先利用方針」を定めている。

同方針は、工事を担当する職員、請負人等に遵守義務を定めているほか、あいくる材に関しては標準仕様書等に適合していることとして取り扱うことも定めている。

また、表2のようにあいくる材を価格等で3つのグループに区分することとしており、特にAグループに関しては、特段の理由がない限り率先利用を義務づけている。

表2 あいくる材の利用上の区分

平成15年8月11日現在

グループ名	区分の内容と利用イメージ	認定資材の内 の構成比
Aグループ	・通常の資材と比較して価格が同等か安い資材で、率先利用しても支障のない資材 ・特段の理由がない限り率先利用する。	87%
Bグループ	・通常の資材と比較して価格が高い場合、又はまだ使用実績が無いなど率先利用が困難な資材 ・予算の範囲で積極利用、場合によって、試験施行等を位置づける。	10%
Cグループ	・資材ごとに特別な利用方針を定める資材 (建設汚泥改良土、刈草剪定木利用堆肥等)	3%

あいくるでは、率先利用を進めるため、あいくるの指定の仕方や、資材ごとの利用方式などを整理した「あいくる材率先利用手順書」を作成して各工事担当が同じような取組ができるよう配慮している。この中では、Aグループの積算にあたっては、通常資材の単価で積算して特記仕様書であいくる材を指定することなど積算システムによる積算について配慮していることなど、円滑な利用の拡大について配慮した内容となっている。

なお、あいくる材の資材リストや愛知県あいくる材率先利用方針など、あいくるの運用にかかる資料を建設総務課のホームページ (<http://www.pref.aichi.jp/kensetsu-somu/>) に掲載し、担当者や工事の請負人の利用に配慮している。

また、あいくる材の認定はグローバルに行っているが、率先利用では原料を指定することも許容しているので、一般廃棄物を熔融処理する市が、その市で製造された熔融スラグ

を原料にしたコンクリート二次製品を限定して率先利用するというようなことについても同手順書で解説している。

3、あいくる材の利用実績

あいくる材の率先利用は、平成14年9月から愛知県的全工事部局で取り込まれることとなった。

使用状況に関しては毎年集約することになっており、平成14年度の利用状況は表3のような結果となった。ほぼ全公共工事部局で取り込まれており、年度途中からの実施であることや、まだ認定資材が少ないことなどの不十分点も考慮すると、まずまずの成果であると評価している。コンクリート二次製品などのリサイクル資材は、あいくるの制度以前はほとんど県工事には使われなかったわけであるので、大きな一歩といえる。

表3 あいくる材の使用実績（代表的なもののみ）

資材名	単位	建設部	農水部	企業庁	県計	構成比
アスファルト混合物	m ³	324	961	395	1680	3.0%
路盤材	m ³	9,432	9,845	2,140	21,417	16.8%
コンクリート二次製品						
側溝、U字溝	m	3,774	3,957	983	8,714	23.6%
境界ブロック、縁石	m	3,050	372	199	3,621	28.9%
L型擁壁	m	344	138	0	482	30.2%
積みブロック	m ²	3,393	271	0	3,664	35.8%
舗装用ブロック	m ²	303	428	0	731	64.3%
セラミック管、陶管	m	146	19	0	165	19.7%
堆肥	t	12	299	21	332	66.5%

注) 構成比は9月以降発注の県工事にしめる構成比（各調査表の集計結果による。）

■あいくる材を使用した工事例■



- 総合治水対策特定河川工事
- 擁壁工
- 一般廃棄物熔融スラグ含有L型擁壁
- 延長70m



- 緊急地方道整備事業
- 調節池工
- 製鋼スラグ含有積みブロック
- 施工面積262m²

4、あいくるを軸にした廃棄物のリサイクル

あいくるは制度として平成14年度から開始されたが、順調に展開しており、平成15年度は、当初からの実施であること、資材数が増加しており、品不足はほぼ解消していることなどから、使用量、使用率とも大きく伸びるものと思われる。

あいくるは、公共工事におけるリサイクル資材の率先利用をルール化しているという側

面があり、様々な廃棄物をリサイクルして活用する上で有効である。

あいくるは資材ごとに特筆される展開があり、そのいくつかを紹介したい。

4. 1刈草剪定木のリサイクルの推進のための利用調整会議の設置

河川や道路の維持管理から発生する刈草や剪定木の処理は、各管理者にとって大きな問題になっているが、あいくるで刈草剪定木を原料とした堆肥を認定していることから、施設の管理者、あいくる材の製造者及び公共工事での堆肥の使用者が利用調整会議を設置して円滑にリサイクルを進めようとする取組がはじまっている。

排出側と使用側が情報交換し、刈草剪定木が確実にリサイクルされ、公共工事で使用されるシステムの確立を目指している。

4. 2下水汚泥のリサイクルの促進

あいくる材で認定したセラミック管の一つは平成14年4月に完成した最新鋭の工場で製造されているが、この工場は愛知県で排出される下水汚泥焼却灰の約3割にあたる年間6千トンの下水汚泥焼却灰を原料としてセラミック管を製造する能力を持っている。

愛知県は、平成15年度に約2千トンの下水汚泥焼却灰を搬入する予定となっており、県はトンあたり約4千円の処理費を製造者に支払うが、最終処分費に比べ約4千円安くなり、全体で約8百万円のコスト縮減が可能となるほか、最終処分場の延命も繋がっている。

4. 3一般廃棄物溶融スラグの活用

各市町村で、ダイオキシン対策や最終処分場の逼迫対策として、一般廃棄物の溶融処理が進んでいる。愛知県でも既に10カ所が稼働しているが、そこから排出される溶融スラグは年間約46千トンと見積もられており、その利用が課題となっている。

一般廃棄物溶融スラグを原料としたあいくる材は、再生アスファルト混合物、路盤材、再生コンクリート（再生生コン）、コンクリート二次製品、舗装用ブロックと多数認定している。これらに原料を供給する各清掃工場の出荷証明の合計量が既に43千トンに達しており、あいくる材の製造と使用が順調に推移すれば、一般廃棄物溶融スラグの全量を再利用する展望が開けてゆくものと考えている。

5. まとめ

循環型社会に向けて、リサイクル資材の使用拡大が大きな課題となっているが、あいくるは公共工事のシステムに適合しているため、愛知県や県内の市町村で比較的スムーズに浸透してきており、量的にも使用が拡大されている。

あいくるの場合、価格については、通常単価と同等で積算しており、「リサイクル資材は高い」という固定概念をある程度打破できたのではないかと考えている。

あいくるは、他の地域でも参考にしてもらえるシステムであると思うが、各地域でリサイクル資材の性能規定の基準がバラバラになると製造者への負荷が増加し、結果的にリサイクルが阻害される危険性もあると思う。

リサイクル資材の性能規定の基準の協調や共有化、さらには相互認証といった協調体制の確立が循環型社会の実現に向けて重要な要素になると思う。

あいくるについて、制度自体をさらに発展させると共に、他の地域とも協調した展開が進められるよう努力してゆきたい。

路面排水初期フラッシュ浄化装置の開発

滋賀県土木交通部道路課 主査 木田 豊

1. はじめに

水環境改善対策として、これまで、下水道整備や各種排水規制等、特定発生源（点源）からの汚濁負荷の発生・排出削減対策が主体として取り組まれてきたが、琵琶湖の水質はいまだに横ばい傾向にあって、環境基準は達成されていない。このような問題から、更なる水環境改善対策として、これまで対策が難しいと考えられてきた面源負荷削減対策の推進が求められている。

そこで、滋賀県では、降雨時に発生する路面排水の負荷削減（面源負荷削減対策）を目的として、路面排水の汚濁状況調査および低コストな路面排水処理装置の開発検討を行ってきた。

本稿では、路面排水の汚濁負荷流出特性の調査結果、処理装置の構造検討結果、使用する充填土壌の検討、パイロット装置での水質浄化性能の調査結果について報告する。

2. 検討経緯

図 2-1 のとおり、各項目について検討を行った。

3. 結果と考察

3.1 路面排水の汚濁負荷流出特性調査

処理対象である路面排水の特徴を把握するために、滋賀県内の比較的交通量が多い 2 カ所の道路において降雨時の路面排水水質調査を行った。調査方法は、路面排水を雨の降り始め

から複数回採水し、各サンプルを個別に分析した。分析項目は、COD（粒子状、溶存態）、TOC（粒子状、溶存態）、T-N（粒子状、溶存態）、T-P（粒子状、溶存態）とした。

代表として、路面排水の積算流量と COD 濃度の関係を図 3-1 に示す。このように、汚濁物質は流出初期（2～5 L/m² まで）に多く、初期降雨（初期フラッシュ）によって路面に堆積していた大半の汚濁物質が流出することがわかった（COD 以外の物質に関しても同様の傾向であった）。また、データは省略したが、降雨強度が小さくなるにしたがって、積算流量に対する COD 濃度減少速度が小さくなる傾向が見られた。この調査は、2 カ所の異なる路線で調査したが、調査場所による濃度差はあるものの同様の傾向が見られ、路面排水の注目すべき特徴であると考えられた。

次に、先行晴天日数と初期フラッシュ水 COD 濃度の関係を図 3-2 に示す。なお、先行晴天日数とは、降雨と降雨の間の無降雨日数を意味する。図 3-2 に示すとおり、先行晴天日数が 7 日までは先行晴天日数の増加に伴い初期フラッシュ水中の COD 濃度が上昇するが、7 日以上

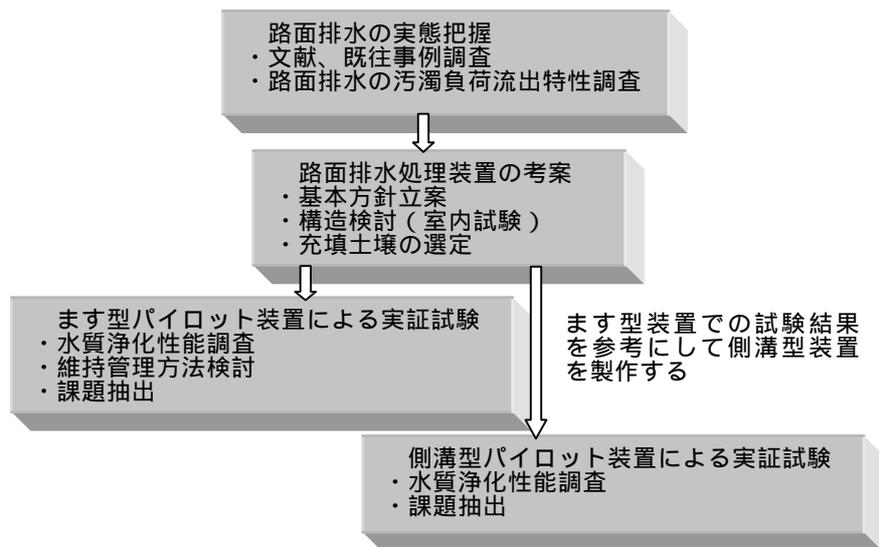


図 2-1 検討フロー

においては頭打ちになる傾向が見られた。このことから、無降雨時に路面上に汚濁物質が堆積し、その堆積量には一定の限界値が存在すると考えられた。

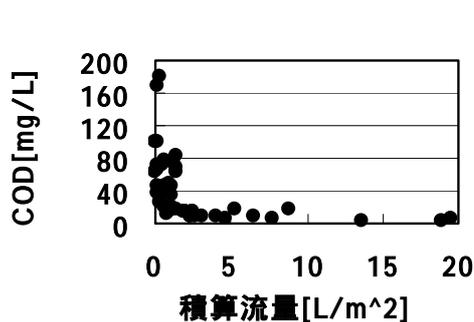


図 3-1 積算流量と COD 濃度の関係 (湖周道路沿い)

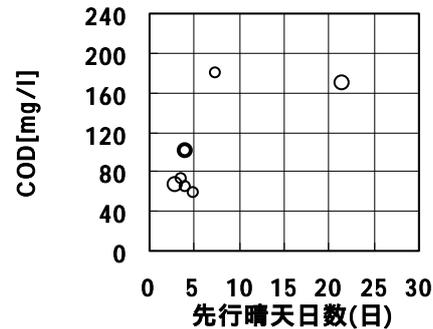


図 3-2 先行晴天日数と初期フラッシュ水 COD 濃度の関係 (湖周道路沿い)

3.2 処理装置の考案

3.2.1 処理装置の構造検討

路面排水の汚濁負荷流出特性調査の結果から、出水開始から約 2~3 L/m² の初期フラッシュ水を選択的に集水し処理する方法が、最も効率良く負荷を削減できることがわかった。そこで、管内の交通量の多い 13 路線を踏査し、道路構造を把握した上で、浄化装置の基本方針を以下のとおりとした。

- 路面排水の初期フラッシュ水を選択的に集水・浄化する
- 維持管理に手間がかからず、低コスト (イニシャル、ランニング) である
- 耐久性、持続性が高い
- 道路構造や周辺環境への適応 (表 3-1)

表 3-1 道路構造と装置タイプ

周辺環境	道路構造			
	高架	盛土なし	切土	盛土
装置タイプ	ます型	側溝型	側溝型	ます型

以上を踏まえ、基本構造を 初期フラッシュ水とその後の水を分水する部分を持ち、その下段に初期フラッシュ水貯留空間 (降雨 2 mm 分の容量) を有し、 土壌浸透によって水質浄化を行う形とし、各道路構造に応じた処理装置の検討、特に分水部分について試作・実験を行った。その結果、高架下のような導水が比較的容易で、設置スペースに余裕がある場所用のます型の場合、図 3-3 の様スリット板によって、初期フラッシュ水と初期フラッシュ後の雨水を分水する構造を考案した。ます型処理装置小型模型を用いて分水試験を行った結果、スリット幅 1 cm、スリット間隔 10 cm の場合が初期フラッシュ水と初期フラッシュ後の雨水との混合が最も少なく、降雨強度 1.5~20 mm/h 相当の通水で混合率は 10~40%であった。

さらに、市街地の道路側溝のような設置スペースに余裕がない場所に設置可能な側溝型処理装置の分水構造を検討した。その結果、図 3-4 のように既存の排水枡内側に集水トラフを設け、これを經由して初期フラッシュ水を貯留槽に導く構造を考案した。本構造にすることによって、省スペース化に加え、分水性能の向上に成功し、降雨強度 20 mm/h、総降雨約 25 mm 相当の通水で混合率は 4.3%であった。

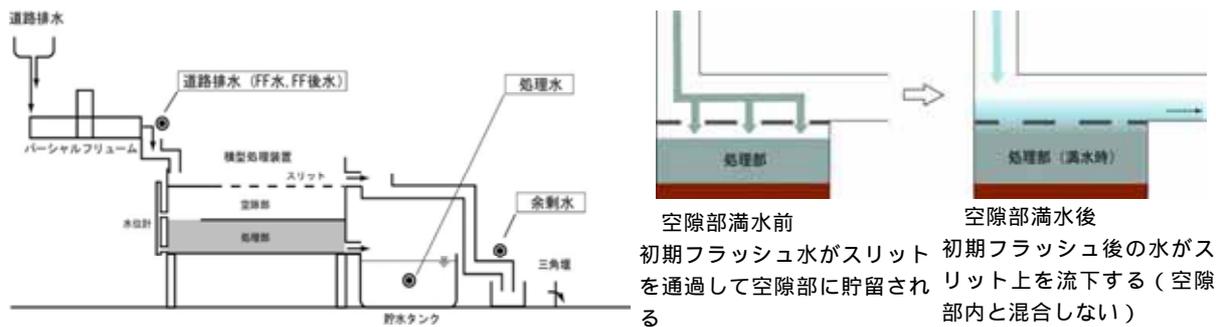


図 3-3 まず型処理装置概要と分水概念図

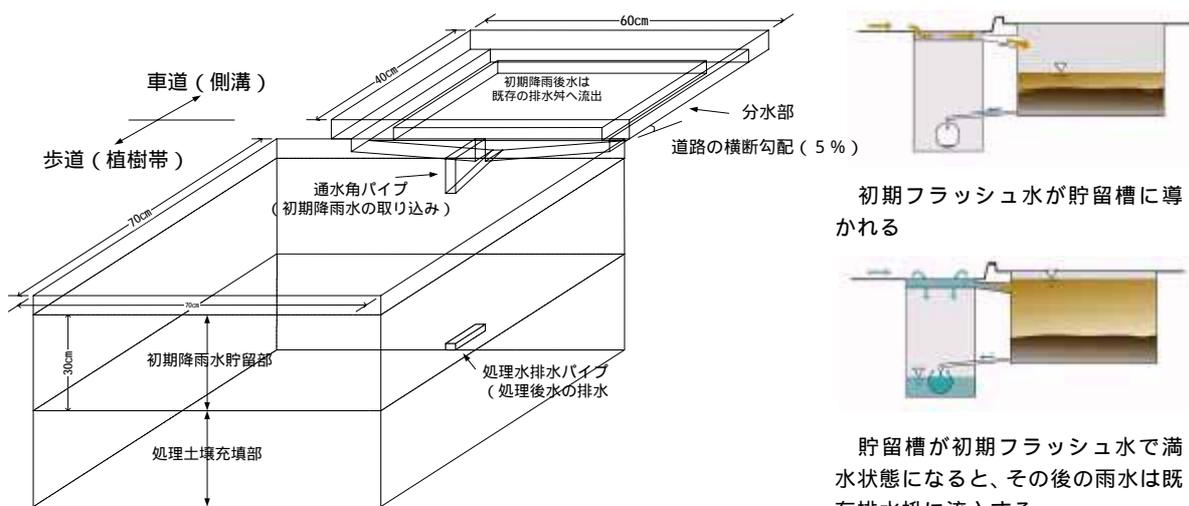


図 3-4 側溝型処理装置概要と分水概念図

3.2.2 充填土壌の検討

表 3-2 に示す 3 種類の土壌について、水質浄化性能試験を行った。試験方法は、まず型処理装置の小型模型に土壌を充填し、路面排水を初期フラッシュ水 - 安定後の水の順にそれぞれ 50 L ずつ通水した。通水方法は、降雨強度 7 mm/h 相当の流速 (2.3 L/min) で、3 日に 1 回の頻度で合計 9 回通水した。結果の一部を図 3-5、3-6 に示す。赤玉土は他の土壌よりも若干水質浄化性能が高かったが、赤玉土は高価であることから、安価で比較的水質浄化性能が良いマサ土が実装置において適用性が高いと考えられた。

表 3-2 実験に用いた土壌

	土壌種類	採取地等	備考
1	マサ土	信楽産 (市販)	30%粒径=約 1.0mm、60%粒径=約 4.2mm
2	川砂	野洲川産 (市販)	30%粒径=約 1.0mm、60%粒径=約 4.2mm
3	赤玉土	小玉 (市販)	孔径 2mm のふるい上に残ったものを使用

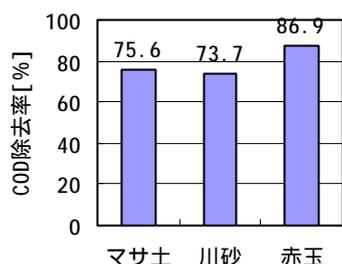


図 3-5 各土壌における COD 平均除去率

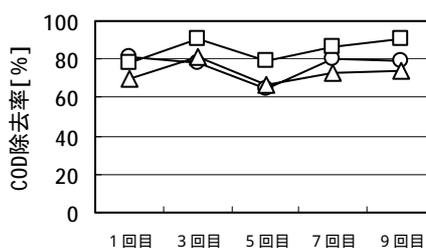


図 3-6 有機物除去効果の持続性
：マサ土、：川砂、：赤玉土

3.3 水質浄化性能調査

ます型パイロット装置を滋賀県野洲郡野洲町の久野部跨線橋下に、側溝型パイロット装置(図3-7)を主要地方道栗東志那中線に設置し、先行晴天日数2日以上 of 降雨に対して、初期フラッシュ水、土壌浸透処理水の水質分析を行った。表3-3のとおり、粒子状物質に関しては、ます型、側溝型とも土壌による過・吸着作用によって85%以上除去されることが確認できた。また、湖沼の富栄養化に対する問題物質として挙げられている、窒素やリンに関しても、側溝型装置での除去率はT-N:50%以上、T-P:90%以上と高い浄化効果が得られた。

表3-3 浄化能力(単位;mg/L)

	ます型			側溝型		
	FF水	処理水	除去率	FF水	処理水	除去率
COD	42.3	9.60	77.3%	65	9.9	84.8%
P-COD	22.3	0.48	97.8%	54	0	100.0%
D-COD	20.0	9.13	58.5%	11	9.9	10.0%
TOC	45.3	8.65	80.9%	58.6	8.48	85.5%
P-TOC	26.6	1.53	94.2%	50.8	1.28	97.5%
D-TOC	18.8	7.13	62.1%	7.8	7.2	7.7%
T-N	7.75	3.47	55.2%	7.75	3.65	52.9%
P-N	2.41	0.35	85.5%	4.2	0.34	91.9%
D-N	5.34	3.13	41.4%	3.55	3.31	6.8%
T-P	0.258	0.028	89.1%	0.335	0.022	93.4%
P-P	0.234	0.021	91.0%	0.313	0.015	95.2%
D-P	0.025	0.007	72.0%	0.022	0.007	68.2%

注1) ます型は4回の水質浄化能力調査の平均水質を示した。(除去率は平均水質で算出した)
 注2) P: 粒子状、D: 溶存態

4. まとめ

滋賀県内の自動車交通量は近年においても増加の傾向にあり、自動車排ガス規制についても直ちに効果が現れるとは考えにくい状況である。また、たとえ自動車排ガス規制により粒子状物質等の排出が抑えられた場合においても、路面排水の黒色は排ガスによるもの以外に、タイヤ、アスファルト等が考えられることから、路面排水の水質が著しく改善するとは考え難い。このことから、交通量が多く、路面排水が問題化している地域において、路面排水処理装置を設置する利点が当面は続くと考えられる。

今後、適用範囲が広く低コスト化が期待できる側溝型路面排水処理装置に関して、モニタリングを継続し、浄化性能の持続性を把握するとともに全体的な標準メンテナンス手法を確立する予定である。また、装置を試験的に複数設置して効果等を検証した上で、水質保全に有効な設置箇所を検討する必要があると考えている。



図3-7 側溝型パイロット装置(設置場所: 滋賀県栗東市霊仙寺 主要地方道栗東志那中線)

以上

温井ダム of 郷土種を用いた岩盤法面への樹林復元

温井ダム管理所

河口幸広

【 要 旨 】

従来、ダム建設工事では、ダム本体及び原石山の掘削工事により急勾配かつ長大な岩盤法面が発生し、その対策として、法枠工及びモルタル吹付や外来草等で緑化する等の法面処理が行われてきた。

温井ダムでは、こうした岩盤法面を周辺の森林環境と調和させることを目的として、学識経験者等を交えた共同研究を行い、郷土種(木本類)による植栽緑化を行った。本件は、緑化の施工に至るまでの検討経過及び、その後の追跡調査結果について報告するものである。

1. はじめに

アーチ式コンクリートダムはアーチ形状を利用してダムにかかる水圧を兩岸の基礎岩盤に伝え、兩岸の基礎岩盤のせん断抵抗力によってこれに抵抗する構造物である。一般的にアーチ式コンクリートダムの堤体付近は急峻な峡谷状で、ダム本体の掘削により急勾配の岩盤法面が出現する。その風化・浸食を防止するための法面処理工を施工するにあたっては、一般に植物の定着は困難なことから、従来はコンクリート枠にモルタル吹付、外来草を用いた厚層基材吹付等を行ってきた。しかし、近年環境を重視する観点から、急勾配の岩盤法面に植物、特に木本類の定着と群落化を目的とした様々な研究が行われている。

2. 温井ダムでの取り組み

温井ダムは、太田川の支川滝山川の下流部に位置し(図 - 1)、アーチ式コンクリートダムとしては国内第 2 位の堤高を持ち、洪水調節、河川環境の保全、水道用水の供給及び発電を目的とした多目的ダムとして、平成 14 年 3 月に竣工した。

温井ダムでは、基礎岩盤掘削後の法面の安定を図るため、帯コンクリートやアンカー、コンクリート枠で施された、超硬岩の急勾配の長大法面(約 3 万㎡)が出現し、この急勾配の岩盤法面に、周辺地域との調和を図るため樹林化を目的とした取り組み

を行った。この取り組みでは、平成 7 年から学識経験者等を交え、郷土種による樹林復元に向けた検討を行い、試験施工、モニタリング調査、本施工を経て、現在も追跡調査を継続・実施している。

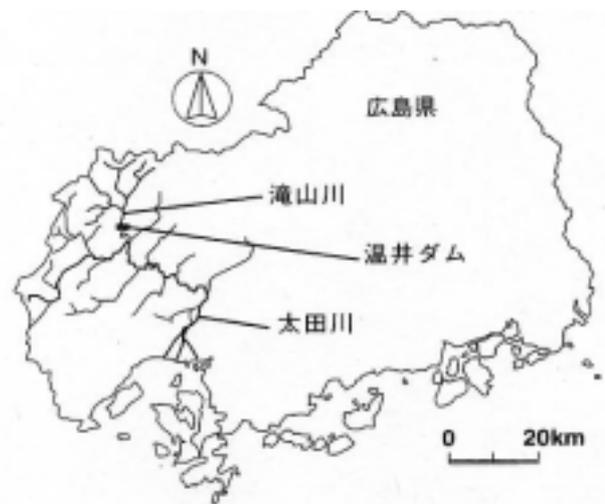


図 - 1 温井ダム位置図

3. 郷土種の樹林化に向けた検討

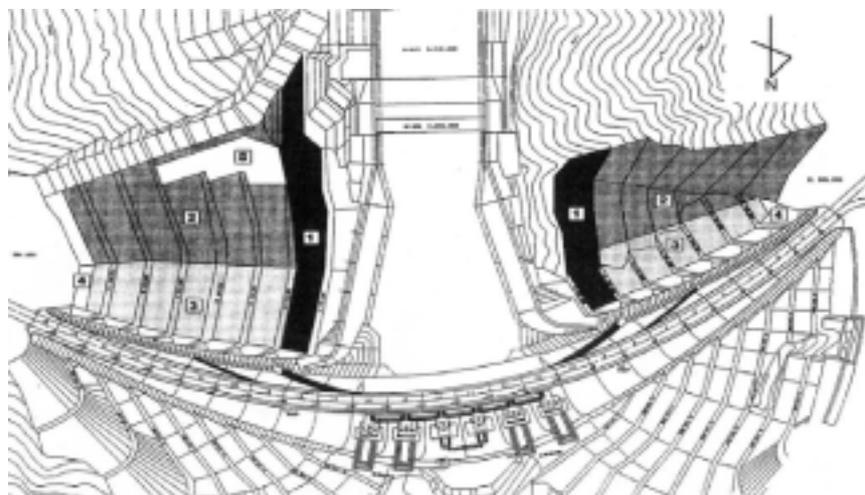
急勾配の岩盤法面への植栽を行うため、温井ダムで実施した検討項目と、その結果について表 - 1 に示した。

表 - 1 検討項目と結果

検討項目	該当場所	問題点	対策方法	結果
管理・配置	法面・小段	1. 苗木の配置	・ 景観からの配置	・ 全体のゾーニング計画の作成
工法	法面	1. 木本類を主体とした工法の有無 2. 法面植栽木の最適土壌厚	・ 樹林化3工法をH8年度に試験 ・ 枠上部まで充填	・ 連続繊維補強土吹付工法を採用 ・ 不織布で覆いの連続性が生まれ、根系が他の枠への移動を確認
	小段	1. 小段の土壌厚 2. 編柵の材料	・ H8～10年度で試験 ・ 3工法をH8年度に試験	・ 小段土壌厚は60cmとした ・ ポーラスコンクリート編柵採用
土壌	法面・小段	1. 土壌改良 2. 肥料や水、特にリンを補う方法	・ H8～10年度で試験 ・ 土壌微生物との共生	・ 改良目標の設定 ・ 苗木の感染(内・外菌)に成功
樹種	法面・小段	1. 植栽木の種 2. 工用苗木の確保 3. 主要木	・ 購入木と実生木でH8年度に試験 ・ ドングリを育て苗木とする ・ 温井周辺の調査	・ 学識者と検討し15種内に絞る ・ 遺伝的な攪乱もなく周辺と調和 ・ 主要木を(コナラ、アラカシ)とした
植物	法面	1. 樹種配置	・ H9,10年度試験で根の堀取確認	・ 主要木は深根性で枠内上部に配置
	法面・小段	1. 樹種の配置密度 2. 植物成長後の風倒等	・ H8年度冠密度試験結果を検討 ・ H8～10年度で試験	・ 平均植栽密度を2本/m ² とした ・ 実生から育てた植物適応度は高い
土壌微生物	法面・小段	1. 菌根菌の種 2. 菌根菌の特定種確保	・ 樹木に応じ内生菌、外生菌使用 ・ 菌根菌の培養に着手	・ 内生菌と外生菌の感染確認 ・ 菌根菌の培養成功
養分流出	法面・小段	1. 連続繊維の養分流出は多い(不織布と比べ) 2. 養分流出が河川に与える負荷量	・ H9,10年度で試験	・ 連続繊維工に不織布工を併せて施工すれば流出が抑制 ・ 河川流量と降雨時の養分流出を計算すると負荷は殆ど与えない
気象環境	法面・小段	1. 植物定着による周辺への影響	・ H9,10年度で試験	・ 植生の存在により表面温度が下がる(5℃の差)

温井ダムの掘削勾配は50 - 60°と大変厳しく、植物の生育限界(50°)に近いので、急傾斜への土壌の固定と植物の生育可否が懸念された。このため、平成8年度から試験施工区において幾つかの樹林化工法を比較し、その結果として土壌を長期に安定化させることのできる連続繊維補強土工法を選定し、法面のコンクリート枠内に改良土を充填する植栽施工を行った。ゾーニング計画や法面・小段などの標準仕様図については図 - 2 ~ 4 に示したとおりである。

樹林化工法は誕生してまだ日も浅く、外来種や地域に関係のない在来種による植栽がなされている工法も見られ、施工すれば周辺地域とは異なった樹林が形成される恐れがある。こうした外来種や在来種による樹林化施工では、周辺地域との調和した緑化は難しく、また、長期的に見れば地域や種の違いによる遺伝子レベルでの被害も予測される。このような被害を与えないためには、できる限り周辺地域(郷土)にある土壌や種子(郷土種)、周辺地域で産出した材料などの使用により緑化することが望ましい。



- 凡 例
- ① ケヤキ中心
 - ② コナラ中心
 - ③ アラカシ中心
 - ④ クマザサ中心
 - ⑤ 未施工部

図 - 2 ゾーニング計画位置図

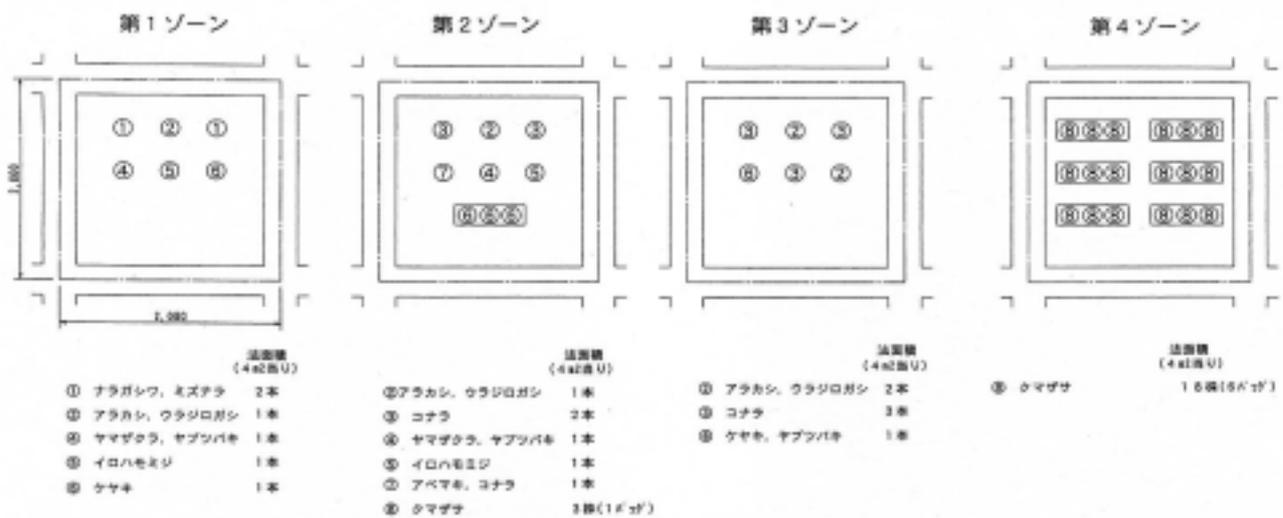


図 - 3 ゾーン別配置標準図

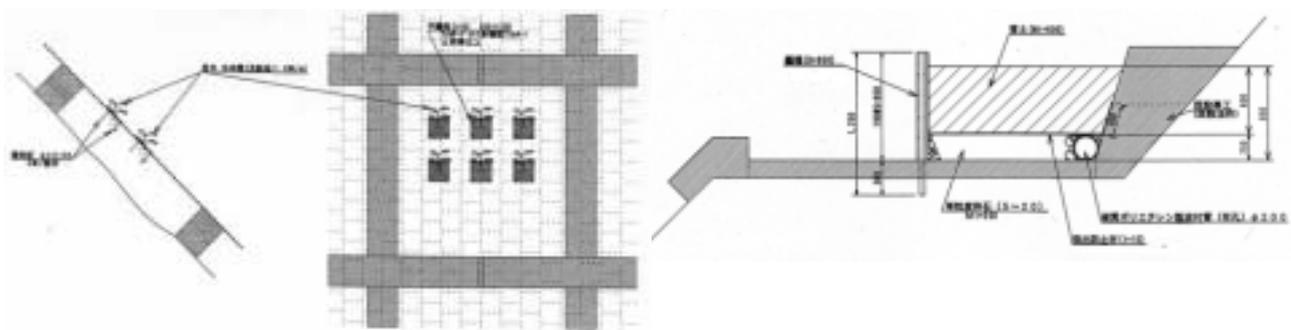


図 - 4 法面および小段標準構造図

4. 温井ダムの研究成果

温井ダムでの樹林化の取り組みでは、3年間（H8～10）の試験施工とその後（H11～）のモニタリング調査によって次に示すことが確認された。

土壌については、改良材（パーク堆肥等）をある程度混合すると、それ以上混合しても生育は変わらなくなったり、あるいは逆に悪くなることもあることが確認された。なお、温井ダムで今回採用した土壌の改良目標については表 - 2 に示す。

土壌微生物調査では、異なる樹種あるいは生育年数の異なる樹木間で菌根菌を介して養分のやりとりが行われ、稚樹には稚樹に必要な養分が他の樹木から供給され、樹木同士は共生した菌根菌によって繋がっていることが確認された。これは、温井ダム樹林化の取り組みにおいて、菌根菌を持続的な植物への肥料供給者として検討してきたことに対し、正当性を裏付けるものとなった。今後は植栽樹に感染させた菌根菌が、定着している周囲の草本雑草へ感染しているかをDNA調査によって明らかにする予定である。その感染させた菌根菌の存在がDNA調査によって確認されれば、世界で初めての確認となる。

植物調査では様々な樹種の生育過程の資料が細かく蓄積された。よって、ある特定樹種の1 - 2年の生育状況さえ分かれば、5年間程度の生育シミュレーションが予測可能となった。

温帯林の群落の養分要求や年間の養分収支がある程度予測可能となった。これは、落葉樹の越冬時の養分保持や照葉樹の養分収支が予測できるということである。

養分流出調査では、滝山川に与える養分流入量の内、土壌中の全窒素や全リンの流出量の割合は、全窒素が 0.01%、全リンが 0.05%と極めて小さいことが明らかとなった。気象観測では、法面処理のためのコンクリート構造物において、植生の生育と存在によって覆われた箇所と覆われてない箇所との表面温度は、覆われた箇所の方が 5 程度低くなることが明らかとなった。

施工後 1 年経過の植栽樹木の生存率を調査した結果、全体としての生存率が約 70%であることが認められた。これは、当初見込まれた定着率とほぼ同等であったことから、温井ダムの緑化における樹木の復元は計画どおりに進行していると考えられる。また、部分的には 50%を割込んでいるところがあったが、そのような箇所は補植を行った。

表 - 2 温井ダムでの土壌改良目標 (25cm 深)

項 目	土 壤 目 標
土壌三相 (固相率) %	45 ~ 55
有効水分量 L/m ³	100
土壌 pH	5.0 ~ 6.0
全炭素 %	1
全窒素	0.1 >
有効態リン mg/kg (Bray)	100 (40)
陽イオン交換容量 meq/100g	6 <
交換態 K meq/100g	0.6 ~ 0.7
交換態 Ca meq/100g	4.0 ~ 5.0
交換態 Mg meq/100g	0.6 ~ 0.7
土壌微生物バイオマス C meq/100g	100

5 . 今後の課題

ここまで、急勾配の岩盤法面での樹林化への取り組み、及び、研究の成果について述べてきたが、今後の課題として、植栽樹の生存率 (70%程度) の推移や被覆率・被覆速度、生育量などを継続的に調査し、他工区での樹林化施工の貴重な資料としたい。また、継続調査において、鳥類や昆虫の調査を行っている。これは、自然回復の指標を鳥類と昆虫から求めようとする試みで、本年度の結果が待たれるところである。この指標モデルができれば他の地域での保全や修復工事において、自然回復度の予測資料が一つ加わることとなる。

6 . おわりに

ダム建設時に出現する急勾配の岩盤法面での樹林化への取り組みは、その周辺が山間地に位置することが多いため、より一層、周囲の生態系に配慮したものとすることが望まれる。樹木の復元に際し、岩盤への土壌の定着、植栽する主要樹種 (郷土種) の選定、土壌改良、維持管理に至るまで様々な検討が必要となる。温井ダムでの郷土種による樹林復元への取り組みが、他工区で岩盤法面の樹林化を検討する場合の一助となれば幸いである。

中筋川ダムにおける^{リクワ}陸封アユの生態調査

中筋川総合開発工事事務所 管理課 高津 公明

1. はじめに

中筋川ダムでは平成 11 年からの運用開始以降、各種現地調査が行われてきた。その中で平成 14 年度の河川水辺の国勢調査により、ダム湖上流河川において放流種苗よりも小型のアユが多数確認され、これらのアユが当ダム湖で再生産した個体（陸封アユ）である可能性が高いと判断された。

本調査は中筋川ダムでのアユの陸封化を確認するとともに、それら陸封アユの生態調査を行い、陸封化の要因や保全対策を検討することにより、自然再生の理念に沿ったダム湖および流入河川における水産資源の持続的な有効利用の可能性について報告する。

2. 現地調査

2.1 陸封化の確認

魚類の頭内部に形成される^{シトキ}耳石の構成元素である Sr（ストロンチウム）と Ca（カルシウム）の重量濃度比を解析することにより、生息環境の履歴を個体レベルで調べることができる（新井，2002）。この方法により中筋川ダム流入河川で採集された 4 尾を分析した結果、3 尾が本ダム湖での陸封アユであることが証明された。

2.2 資源量・生息状況調査

ダム流入河川に生息する陸封アユの資源量（生息数）および生息状況を把握するため、アユ漁解禁前（平成 14 年 7 月 8-9 日）に、アユが遡上可能な区間（ダム湖流入点から砂防堰堤までの約 3km）において潜水観察を行い、アユの個体数を計数した。観察されたアユは全長 10-15cm のものが主体で、20cm を越える大型はごく稀であった。生息密度と水面面積からアユの生息尾数を算出した結果、合計 31,000 尾のアユがダム流入河川に生息していると推定された。

四万十川中央漁業協同組合によると、平成 14 年度のダム流入河川への種苗放流量は合計 6,700 尾であった。これら放流種苗の歩留まり率を約 50%（通常は 15-60%：山本，2001；廣瀬，2002）と仮定すると、ダム流入河川に生息するアユの約 9 割がダム湖で再生産した個体であると推定された。

採集したアユの肥満度は 13-16（平均 14.7）であり、流入河川内でのアユの成育は健全な状態であると評価できた。

2.3 産卵・流下調査

陸封アユの産卵および流下状況の把握を目的として、平成 14 年 10 月 31 日と 12 月 5 日に産卵場および流下仔アユの調査を行った。

アユの産卵場はダム湖流入点付近の1箇所の瀬で確認された。産卵場は水深や流速に変化が生じる岩の周りや分流周辺に集中する傾向が見られた(図1)。総面積は10月で14.7㎡であったが、12月には2.4㎡と大きく縮小した。産卵の始まりは、後述の仔アユの日令査定(越冬期調査参照)から9月末頃と推定された。12月の調査では産卵場付近の親魚がほとんど確認されなかったことから、11月末頃には産卵がほぼ終了していると判断された。



図1 アユ産卵場の分布

流下仔アユの体長は概ね5.5-6.0mmであり、それらは卵黄の吸収が進んでいない個体であった。

2.4 ダム湖生活期調査

ふ化した仔アユはダム湖で遡上までの期間を過ごす。したがって、ダム湖内での生活を把握することは陸封化の機構を考える上で極めて重要である。ここでは、ダム湖内での仔稚魚の生態を明らかにすることを目的に平成14年11月12-13日、12月25日の2回にわたり調査を行った。

ダム湖での稚魚ネットによる採集で得られた仔アユは体長6-10mmのものが中心で、主にダム湖中心部とダムサイト付近に分布していた。流下仔アユの体長が約6mmであったことを考慮すると、ダム湖に流下したアユは数日のうちにダムサイト付近にまで分散することが示唆された。

海産アユは仔稚魚期に沿岸浅所に集積することが知られているものの(塚本, 1988)、ダム湖沿岸部で行った小型曳網による採集ではアユ仔魚は全く採集されなかった。このため、少なくとも今回の結果からは、陸封アユの仔稚魚がダム湖の沿岸浅所に集積しているとはいえなかった。

ダム湖内2地点で集魚灯を用いて採集したアユの耳石から日令査定を行った。その結果、11月および12月に採集された仔魚のふ化日のモードは10月下旬にあった(図2)。また、最も早いふ化日は10月5日で、この個体は9月下旬に産卵されたものであると推察された。ダム湖内で採集した仔アユの日令と体長の関係から解析した成長速度は土佐湾における成長(高橋ほか, 1991)と同じ水準にあると判断された。

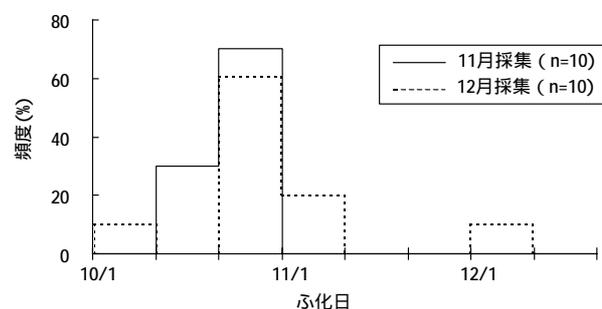


図2 仔アユのふ化日組成

2.5 遡上期調査

ダム湖で生活したアユの流入河川への回帰を確認するため、平成15年3月25日と4月17日の2回、潜水観察により遡上の有無を調査した。その結果、4月の調査で遡上を確認

され、平成 14 年群のアユが再生産（陸封化）していたことが明らかとなった。これら遡上個体は主に体長 5-6cm 程度で、その分布は流入河川の下流側に集中しており、分布範囲は流入点から約 1.2km までであった。これらのことから、平成 15 年のアユの遡上は 4 月中旬時点でごく初期の段階であると判断された。



写真 遡上する陸封アユ

3. 陸封化の要因と保全対策の検討

3.1 陸封化の要因

これまで、全国で 30 箇所以上の天然湖沼と人工湖で陸封アユの生息が報告されている（立原，1994）。これらの湖の特徴をもとに、陸封可能な湖沼の立地条件としては、面積 1km² 以上、最大水深 20m 以上、肢節量 4 以上、標高 400m 以下に立地する湖とされている（立原，1994）。中筋川ダム湖の形態とこれら陸封化の条件と比較した結果、湛水面積と肢節量が陸封化の条件を満たしていなかった（表 1）。とりわけ湛水面積に関しては、陸封化の条件の 25% に過ぎず、このような小規模のダム湖でアユの陸封化が生じていることは特筆すべき事項であるといえる。

表 1 中筋川ダム湖の湛水面積、最大水深、肢節量および標高

	湛水面積	最大水深	肢節量	標高
中筋川ダム	0.25 km ²	約30 m	3.5	約80 m
陸封化の条件	1 km ² 以上	20 m以上	4.0以上	400 m以下

また、陸封アユは最低水温 4 以上、pH8.1 以下の湖沼に生息していることが知られている（立原，1994）。過去のダム湖内の水質分析結果によると、試験湛水が開始されてからの最低水温は 7 前後であった。一方、pH の最高値も 8.0 程度で、アユがダム湖で生息する冬季は概ね 7.0 以下であった。以上より、水温および pH はアユの陸封化の条件を満足していた。

仔アユはダム湖内で動物プランクトンを餌に成長することから、ダム湖での動物プランクトンの質や量は陸封化の成否に大きく関与する。ダム湖内における稚魚ネットによる調査では仔魚とともに多くの動物プランクトンが採集され、動物プランクトン量は仔アユの成長を維持するのに十分な水準であると推察された。このことは、ダム湖内のアユの成長が海産アユとほぼ同じであったことから支持される。しかし、本ダム湖においては動物プランクトンを対象とした調査例がないため、今後調査を進めることによりアユの餌生物に関する情報をより明確にすることができると思われる。

以上のことから、中筋川ダム湖は小規模かつ肢節量が小さいことにおいて陸封化に不利であるが、水温が高く pH が適切であったこと、ダム湖内の餌が豊富であることによって陸封化が維持されているものと考えられた。

3.2 陸封アユ保全の意義

ダム湖建設に伴う湛水区間の出現により、河川の生態系はそれを境にして上下に分断される。なかでも海と川を行き来する生態をもつアユは、海域への回遊が阻害されるために

ダム湖上流域での資源の再生産ができなくなる。

アユは古くより四万十川水系の重要な内水面漁業の対象種となっており、中筋川ダムの上流河川でも種苗の放流によってアユが利用されてきた。しかし、ダムにより海への回遊が阻害されることから、資源を継続的に利用するためには毎年放流を行う必要があった。

ところが、今回の調査で中筋川ダム湖上流域において陸封アユの存在が確認された。このことは、ダム湖により分断されたアユの生活サイクルが、ダム湖を海に見立てることにより再構築されたものであると見てよい。このサイクルを維持していくことはアユ資源の持続的利用と、それを地域の財産として位置付けることによる地域の活性化が期待できる。このことは自然や地域と共存するダム事業を展開する上でも重要であるといえる。

3.3 陸封アユ存続の問題点と対策

今回の現地調査を通じて陸封アユの存続に不利であると思われる項目と保全対策を以下に整理した。しかしながら、保全対策をより効果的なものとするために数年間にわたる科学的データの蓄積が必要と思われる。

限定された産卵場 陸封アユの産卵場は流入点付近の1箇所に限られていた。この産卵場が消失すれば陸封アユのサイクルが途絶えるため、保全上この産卵場の維持は極めて重要である。現段階で考えられる産卵場の保全対策としては、産卵期前に底質の耕運による産卵場の造成を行うこと、産卵場へ砂泥を流入させないことがあげられる。

生息域が限られている ダム湖流入河川におけるアユの生息域は上流の砂防堰堤で制限されていた。この砂防堰堤に魚道を設置し、アユが生息可能な空間を広げることにより、生息数の増大が期待できる。

遺伝的多様性の低下に伴う弊害 陸封アユは閉鎖された個体群であることから、この中で交配が繰り返されることにより遺伝的多様性が失われ、予測不可能な弊害が引き起こされる可能性がある。対策としては、遺伝的に多様な外部のアユ（例えば海産天然アユ）を放流し、陸封アユと交配させることが有効と思われる。

参考文献

- 新井崇臣. 2002. 魚類の回遊履歴：解析手法の現状と課題. 魚類学雑誌, 49(1):1-23.
- 廣瀬充. 2002. 海産系人工アユの解禁直前までの残存率の推定. アユ資源研究部会研究発表報告書(平成13年度), 全国湖沼河川養殖研究会アユ資源研究部会:16-17.
- 立原一憲. 1994. アユの陸封化. pp169-171. 池原貞夫・諸喜田茂充編, 琉球の清流 - リュウキュウアユのすめる川を未来へ -. 沖縄出版, 沖縄.
- 高橋勇夫・木下泉・東健作・藤田真二・田中克. 1991. 四万十川河口内に出現するアユ仔魚. 日本水産学会誌, 56(6):871-878.
- 塚本勝巳. 1988. アユの回遊メカニズムと行動特性. pp100-133. 上野輝彌・沖山宗雄編, 現代の魚類学. 朝倉書店, 東京.
- 山本聡. 2001. 千曲川における資源尾数と放流効果. アユ資源研究部会研究発表報告書(平成12年度), 全国湖沼河川養殖研究会アユ資源研究部会:24-25.

松浦川におけるアザメの瀬自然再生計画

九州地整武雄河川事務所調査課

大塚健司

1. はじめに

松浦川流域では、有史以来の水田の開発や河川改修により流域の氾濫原湿地は大幅に減少してきている。また氾濫原湿地の代償をしていたと考えられる水田も近年の圃場整備の影響によりその機能を果たさなくなっている。そのためドジョウやナマズなど氾濫原湿地に依存する魚類の減少やそれらの生物と接する機会が減少してきている。そこで松浦川では、治水のために購入した河川沿いのアザメの瀬地区の約6haの水田を、氾濫原としての機能を持つ湿地として再生すべく自然再生事業に着手した。

本論文では、この自然再生事業について、目標設定、目標達成のための手法、合意形成手法について述べるものである。



図-1 九州内における松浦川位置図

2. 松浦川の変遷と現状

表-1に松浦川における改修の経緯を簡潔に示す。昭和36年に直轄河川となり、昭和49年には河口部(3.1k)に松浦大堰が完成し、現在、松浦大堰によって汽水域と淡水域が分かれている。堰には魚道があり、ウグイ、アユ、ボラ、ウナギなどの遡上が確認されており、一応、魚類の海と川との行き来は確保されている。昭和62年には支川巖木川に巖木ダムが完成したが、その集水面積は33.7km²と松浦川の流域面積の約7.5%と流域全体に占める割合は大きくない。

1962年と1999年の低水路の平均河床高の変化を図-2に示す。巖木川合流点(13.2km)より下流は河床が1.0m~2.0m程度低下しているが、それより上流においては河床の変化は顕著ではない。

水質については、松浦川水系のほぼ全域がA類型に指定されている。昭和40年代、農業によって水生生物が大きな影響を受けたという地元の話があるがデータがなく定量的に示すことはできない。

氾濫原・旧河道の面積を松浦川の治水地形分類図をもとに測定した。結果、氾濫原約12.1km²、旧河道部約2.0km²の計14.1km²であった。現在では松浦川本川26kmより上流部に氾濫原的な環境が残っているがその面積は約1.1km²であり、およそ92%が減少してきている。

3. アザメの瀬地区の現況および過去の状況

3.1. 概要

特に自然再生事業の対象とした松浦川中流部のアザメの瀬地区は年に1回の割合で洪水被害を受けていた。そのため、築堤方式、遊水方式などさまざまな治水対策が検討されたが、地元協議の結果、氾濫を許容し下流域の洪水流量の低減も図れる全面買収方式で対策を実施することになった。

表-1 松浦川改修の経緯

大正14年	佐賀県による徳須恵川の改修
昭和4年	佐賀県による松浦本川の改修
昭和36年	直轄河川に編入
昭和42年	直轄管理区間の指定
昭和49年	松浦大堰完成
昭和62年	巖木ダム完成

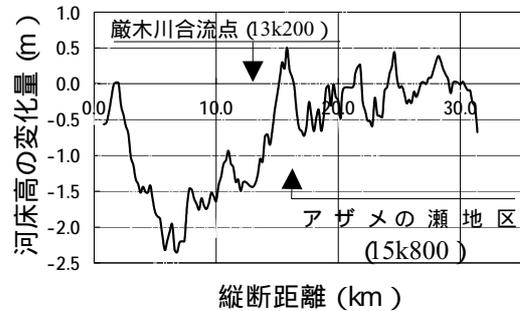


図-2 1999年と1962年の低水路平均河床高の差



図-3 アザメの瀬地区

3.2 地層調査による過去の微地形の推定

過去の微地形を推定するため 17カ所において地層調査を行った。いずれの地点においても表層から 50cm~1m 程度の深度までは客土層が存在し、それより下層にはシルト、粘性土が堆積しており、後背湿地的な環境であったと推察される。GS12 地点の地表から 3m の深度には砂質がみられたことから、松浦川に沿って自然堤防が存在していたと推定できる。また、アザメの瀬地区の堆積年代を、¹⁴C 年代測定分析により推定した。これは堆積物中に含まれる炭化物片をもとに、¹⁴C 濃度を測定することで、炭素物質の循環が断たれてから何年経過しているか計測するものである。表-2 より、GS8 地点の地表から約 5.5m の層は約 1000 年前、GS14 地点の地表から約 4m の層では約 5000 年前の堆積物であると推定された。

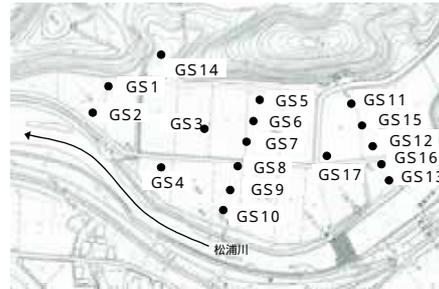


図-4 地層調査箇所位置図

表-2 ¹⁴C年代測定結果

試料採取ポイント	¹⁴ C年代測定結果
GS8 地表から 5.45~5.50m	現在から950±50年前
GS12 地表から 3.85~3.90m	現在から1490±40年前
GS14 地表から 2.55~2.65m	現在から920±40年前
GS14 地表から 3.00~3.05m	現在から1020±40年前
GS14 地表から 3.70~3.80m	現在から4650±40年前

図-5 には横断的な堆積物の状況を、図-6 には地表から約 3m の深度（およそ 1000 年前）の平面的に推定した微地形を示した。松浦川沿いに自然堤防が、その背後に後背湿地が存在する氾濫原的湿地であったと推定できる。

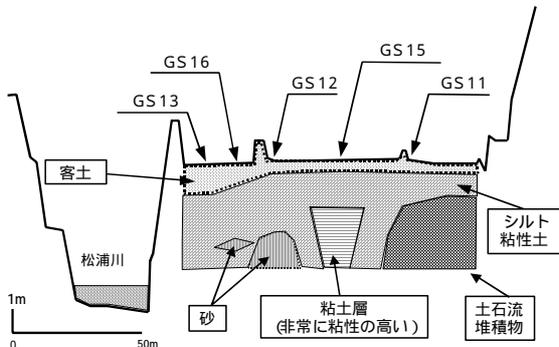


図-5 地層推定断面図

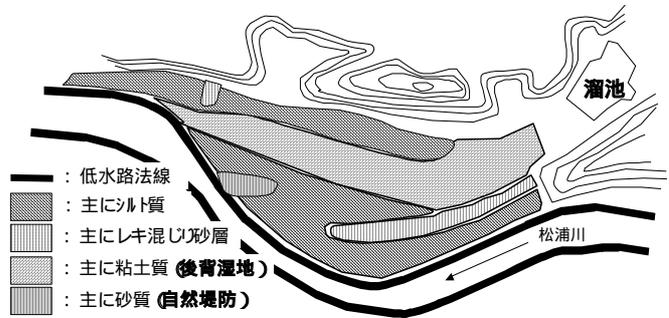


図-6 地表から 3m の位置での推定微地形図

3.3 現在と過去の年間水位変化の差異

アザメの瀬地区より約 500m 下流にある和田山橋水位観測所のデータを用い、月別水位を求めた。1997 年~2001 年（現在）と 1959 年~1963 年（約 40 年前）の水位の最高値・中央値を比較すると、現在中央値の水位は冬季でおよそ T.P. 2.5m で夏期 2.8m 程度であるが、約 40 年前は年間通して T.P. 4.0m 程度で推移しているのが読みとれる。全体をみても中央値で 1.2m 程度の水位低下が生じ、最高値でも一部水位が高いところはあるものの全体的に水位低下が読みとれる。河道拡幅、横断工作物の撤去が一因であると考えられる。

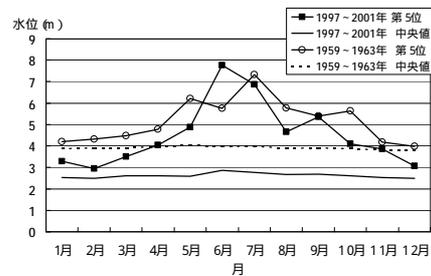


図-7 アザメの瀬付近の各月水位変動比較

4 目標の設定

4.1 河川の氾濫原的湿地の自然再生

松浦川の環境の現状と変遷について述べてきたが、最大の環境変化は河川沿いの氾濫原的湿地の減少である。その要因は水田の開発による直接的な湿地の減少、松浦川の改修による氾濫の抑制と水位の低下による連続性の減少、圃場整備による用水路のコンクリート化と川との連続性の減少などである。特に氾濫原湿地の代償機能を持っていた水田の消失による影響は大きいと考えられる。

そこで松浦川水系では拠点的に氾濫原湿地进行を再生することによって、氾濫原に依存する生物の回復を図り、その効果を検証し、その拠点のひとつとしてアザメの瀬で氾濫原的湿地を再生する。

4.2 人と生物のふれあいの再生

地元の方への聞き取り調査においては、昔はドジョウやフナ・コイ・ナマズ・カワエビなどを水

田や川で捕ることができ、日常の中で生物と触れ合っていたという意見が多く出された。そこで、アザメの瀬自然再生事業では人と生き物のふれあいの再生を目標とした。

5. 目標達成のための方法

5.1, 氾濫原湿地の再生 - 水理的連続性・変動の再生 -

氾濫原的な湿地環境の再生のため、アザメの瀬地区では地盤を掘り下げ、水理的連続性及び流量変動による動的システム（機能）の再生を計画した。そのため、平水時には湿地的な環境を保ち、出水時には流水が浸入できる環境を整える必要がある。これにより魚類のハビタットや春出水に伴う氾濫原での産卵場や氾濫原の依存植物の生育地となることを想定している。

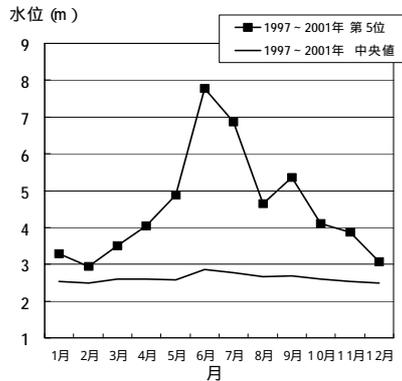


図-8 氾濫に連結したシステムの断面模式図

このような機能をもつ計画とするため湿地内の湿潤状態を保つために松浦川の平常時の水位とほぼ同じ、T.P.2.5mを基盤面にし、春～夏にかけての出水期において湿地内への氾濫水が浸入できるように、湿地内クリークの河岸高を4月出水の水位を参考にT.P.4.0mと設定した。

なお、段階的、順応的に整備を進めるため、T.P.3.5m～4.0mの高さまで一次断面として掘り、地下水・湧水、流水の浸入状況などをモニタリングし、どの程度の地盤高まで湿地的環境が維持されるのかを確認しながら、掘りすぎることのないよう、さらに掘削していく計画とした。

5.2, シードバンクによる植生の回復

湿地内の植生回復にはシードバンク手法を用いることとした。シードバンクとは土中にある種子のことで、これを利用した植生の回復手法をシードバンク手法と呼んでいる。

平成14年9月～11月に地層調査において採取した土を現地盤高から50cm毎にプランターにとりわけ、水位条件を変えて埋土種子の発芽状況を確認したところ、地表から2mまでの土壌には植生の芽生えが確認でき、結果約20種類の植物が確認できた。なかには貴重種とされるシャジクモ類も確認でき、シードバンク手法による植生回復手法はある程度有効性が示唆された。

さらに深度別の土壌および聞き取り調査や古地図等により、かつて湿地であったと推測される場所の土壌を現地掘削面に敷き均し、植生回復を試み、シードバンク手法の効果を実証する。

5.3, 人と生物のふれあいの再生

アザメの瀬地区への洪水流の氾濫状況、魚類の産卵状況などが観察できる仕組みの整備と実際に生物に触れることができる仕組みを今後検討会の中で議論し整備する予定である。

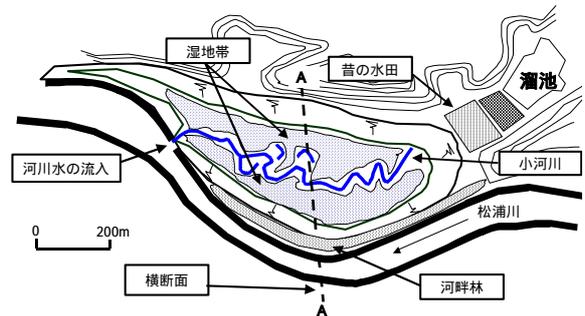


図-9 アザメの瀬計画概要平面図

5.4, 計画の概要

図-9に計画概要平面図、図-10に計画標準断面図を示す。平面形状は過去の微地形を参考に、アザメの瀬検討会で議論を繰り返し設定した。

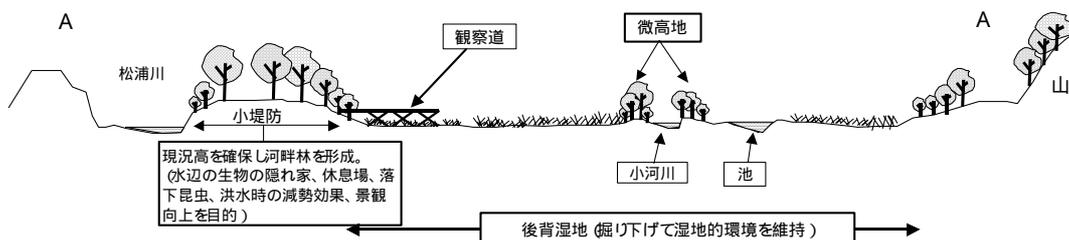


図-10 アザメの瀬計画標準断面図

大部分は地盤を切り下げ湿地とし、下流部に松浦川と連続性を持たせるための開口部を設ける。後背湿地的な環境維持のため、直接的な洪水流の流入や土砂の流入を防ぐため下流に開口部を設けた。湿地内には排水または洪水の流入のため、勾配 1/1500、蛇行度約 1.5 の小河川を設けた。松浦川と湿地の境界は微高地で区切られ、河畔林を形成する予定である。また、地区の一部は湿地とつながりを持つ水田や観察路を設け、教育・学習の場とする予定である。現在、計画平面図・断面図をもとに鋭意施工中である。



図 - 11 現地掘削状況

6. アザメの瀬における住民参加と合意形成

アザメの瀬自然再生事業では徹底した住民参加による計画立案・実施を行っており月に 1 回程度の割合でアザメの瀬検討会を実施している。メンバーは非固定で自由参加としており、地元の町会、N GO (相知町屋根のない博物館)、小中学校の先生、関係行政機関が参加している。表-3 に示すように平成 13 年 11 月から始まりこれまでに検討会を 22 回行ってきた。進め方の特徴としては、自由参加である、繰り返し話し合う(一度決まったことも、知識の蓄積や状況の変化に応じて再度話し合う)、検討会の進め方をはじめ、何でも話し合う、学識者を検討会メンバーでなくアドバイザー(河川工学・魚類・保全生態学など最新の正確な知識を伝える)として位置づける、などである。事業がレベルの高いものとなるのはもちろんだが、なにより地域の意見が集約されるよう、検討会では自由に意見を言える雰囲気づくりにこころがけている。

このような検討会であるため、1 回の会合で決まることはわずかであり、また議論は常に流動的に変化するが、参加者の事業に対する関心や興味、関わり方、参加者の信頼関係は次第に高まってきている。平成 14 年 12 月に、地元で自然再生事業をサポートする住民組織「アザメの会」が自主的に立ち上がり、子供たちを対象とした現地見学会・魚捕りなどのイベントを開催している。

表-3 検討会活動経緯
アザメの瀬検討会活動経緯

13年11月上旬	第1回アザメの瀬検討会開催
11月中旬	第2回アザメの瀬検討会及び勉強会開催
12月上旬	河川環境再生シボジウム開催(佐賀県相知町)
12月中旬	第3回アザメの瀬検討会開催
14年1月下旬	アザメの瀬現地見学会及び地元長老会との懇談会開催
1月下旬	第4回アザメの瀬検討会開催
2月上旬	第1回アザメの瀬代表者検討会開催
3月中旬	第2回アザメの瀬代表者検討会開催
4月中旬	第5回アザメの瀬検討会開催
6月下旬	自然再生事業シボジウム開催(佐賀県唐津市)
7月中旬~12月上旬	第6~13回アザメの瀬検討会開催
12月上旬	「アザメの会」発足
15年1月~3月下旬	第14~17回アザメの瀬検討会開催
4月下旬	公募研究者現地見学および第1回研究会開催
5月上旬~6月上旬	第18~19回アザメの瀬検討会開催
6月下旬	アザメの瀬自然再生事業出立式
7月上旬~9月上旬	第20~22回アザメの瀬検討会開催



図-12 地元住民との意見交換

7. 効果の評価のための工夫

事業効果の評価のために事業者自らの評価と公募研究による評価を行う。事業者自らの評価としては、氾濫原湿地に依存する生物の増減に関する評価、住民の意識、活動面からの評価を行うこととしている。また、学術的にレベルが高く、第三者的な評価を行うための試みとして、「アザメの瀬の評価に関する研究」を公募し、現在、6件の研究が開始された(表-4 参照)。研究を始めるにあたり 15 年 4 月に研究者を一同に現地に集め、現地調査を行った後、各研究テーマの内容を互いに報告・確認したところである。研究成果の報告は年 3 回程度予定しており、時期をみて研究テーマの進捗状況を報告・議論していくこととしている。

表-4 公募研究のテーマ

CVMによるアザメの瀬 経済価値評価に関する研究	日本大学
アザメの瀬自然再生過程で復元する植物種の 自然適性に関する生態遺伝学的評価研究	大阪府立大学
アザメの瀬における植生復元への 土壌シードバンク利用可能の評価	東京大学
アザメの瀬再生過程における土壌養分と バイオマスの評価	九州大学
イネ科草本群落の成立と哺乳類の動向 ~カヤネズミの移入・定着~	九州大学
自然再生事業による 生物相復元効果の指標開発	和歌山大学

8. おわりに

アザメの瀬の自然再生事業は、普通にみられる生物を対象、拠点的整備、動的な水理環境の再生、シードバンク手法による植生回復、徹底した住民参加の手法、評価に公募型の研究を採用などこれまでの事業と異なる新たな手法を多く取り入れている。しかしながら、これらの手法は、いずれも手探りであり、モニタリングや検証を行いながら修正していく必要がある。今後、各地で行われるであろう自然再生事業に少しでも本論文が参考になれば幸いである。

最後に本事業を推進するに当たり、検討会に参加していただいた地元の関係者、東京大学の鷲谷研究室の方々、土木研究所自然共生研究センターの方々をはじめ、多くの学識者の方々には大変お世話になりましたのでここに深く謝意を表します。