

4 河川研究部

河川堤防の津波対策に関する研究

Research on countermeasures against tsunami run-up in river

(研究期間 平成 24～27 年度)

河川研究部 河川研究室
River Department
River Division

室長
Head
主任研究官
Senior Researcher
研究官
Researcher
研究員
Research Engineer

服部 敦
Atsushi HATTORI
森 啓年
Hirotoshi MORI
笹岡 信吾
Shingo SASAOKA
中村 賢人
Kento NAKAMURA

Serious damage was caused by tsunami run-up in river in the Great East Japan Earthquake. It is necessary to conduct river improvement and maintenance in consideration of the influence of tsunami run-up in river. Therefore, model experiments are carried out to clarify the effects of river levees breach, river terrain and river flow rate on the run-up height.

[研究目的及び経緯]

東日本大震災を受けて、河川津波を考慮した河川改修・河道管理の検討に資する情報を得ることを目的として、河川津波遡上の生じた北上川のモデルを作成し、堤防状況（破堤の有無、堤高など）、河道内地形（砂州の有無、高水敷・中州の掘削）及び河川流量が津波の最高水位（以下、最高水位と呼ぶ）へ与える影響を実験によって把握した。

[研究内容]

1. 実験模型の作成

北上川を対象に湾口から 10kp までの河道内と周辺地形の縮尺 1/330（長さ 33m、幅 30m、深さ 0.5m）モデルを製作した。河道内地形は河口砂州を-1.0～0.7kp、中州を 0.5～2.7kp、高水敷を 3.1～9.1kp に設置し、堤防は津波発生年の直近（平成 21 年度）に測量された形状（以下、再現堤防と呼ぶ）または再現堤防表法肩の位置に壁を設置（以下、壁立堤防と呼ぶ）、初期水位は朔望平均満潮位の T.P.+0.703m とした。

東日本大震災時に北上川へ襲来した津波を震源断層モデルより求め、第一波目の最大水位及び周期を模型下流端に設置されている造波装置にて再現し（以下、実験波形と呼ぶ）、模型へ与えた。

2. 堤防状況による影響の把握

ある区間の堤防状況を変化させたとき、その区間より上流側の最高水位へ与える影響を把握することを目的とし、越流が生じない壁立堤防にて実施した CASE I、越流は生じるが堤防は残る再現堤防を左岸の海岸堤防～2.4kp 及び右岸の海岸堤防～4.6kp に設置し他は壁立堤防にて実施した CASE II、CASE II の堤防状況から東日本大震災時の堤防破堤箇所（右岸の 3.8～4.6kp）を破堤させた堤防にて実施した CASE III の 3 条件を比較した。

的とし、越流が生じない壁立堤防にて実施した CASE I、越流は生じるが堤防は残る再現堤防を左岸の海岸堤防～2.4kp 及び右岸の海岸堤防～4.6kp に設置し他は壁立堤防にて実施した CASE II、CASE II の堤防状況から東日本大震災時の堤防破堤箇所（右岸の 3.8～4.6kp）を破堤させた堤防にて実施した CASE III の 3 条件を比較した。

3. 河道内地形による影響の把握

津波発生年の直近（平成 21 年度）に測量された河口砂州・中州・高水敷に着目し、それらの設置の有無を変化させたとき、最高水位へ与える影響を把握することを目的とし、河口砂州・中州・高水敷全て設置（以降、全て設置と呼ぶ）にて実施した CASE I、河口砂州のみ設置にて実施した CASE IV、河口砂州・中州・高水敷全て設置なし（以降、全てなしと呼ぶ）にて実施した CASE V の 3 条件を比較した。

4. 河川流量による影響の把握

今後の予測計算の参考として河川流量が最高水位へ与える影響を把握することを目的とし、上流（9.4kp）に設置された装置より供給し、供給なしにて実施した CASE V、河川流量 5,400m³/s（以降、河川流量小と呼ぶ）及び 8,700m³/s（以降、河川流量大と呼ぶ）にて実施した CASE VI、VII の 3 条件を比較した。なお、これらの河川流量は実際の出水を想定したのではなく、再現解析にて最高水位を再現可能か検証するために用

いる水理実験として有意なデータを得ることを優先して、模型縮尺にとらわれずに設定した。

【研究成果】

主な研究成果の概要を以下に示す。

1. 堤防状況による影響の把握

堤防形状が最高水位に与える影響を比較するため、CASE I～IIIにおける各地点の左右岸平均最高水位をプロットした縦断面図を図-1に示す。なお、横軸は縦断面距離(kp)、縦軸は水位(T.P.m)を表しており、以降の縦断面図においても同様に表す。

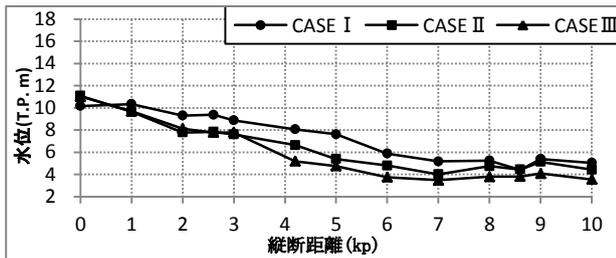


図-1 CASE I～III実験左右岸平均最高水位縦断面図

CASE I と、右岸の海岸堤防～4.6kp 及び左岸の海岸堤防～2.4kp まで再現堤防、他は壁立堤防を設置した CASE II を比較したとき、全体的に低い傾向がみられた。次に、右岸の海岸堤防～4.6kp 及び左岸の海岸堤防～2.4kp まで再現堤防、他は壁立堤防を設置した CASE II と、CASE II の堤防状況から右岸の 3.8～4.6kp をあらかじめ破堤させた CASE III を比較したとき、CASE III は破堤した区間を含め、その上流の最高水位は低くなる傾向があった。

以上の結果より、堤防状況を変化させた実験においては堤防形状が最高水位へ影響を与えることが分かった。

2. 河道内地形による影響の把握

河道内地形が最高水位に与える影響を比較するため、CASE I、IV、Vにおける各地点の左右岸平均最高水位をプロットした縦断面図を図-2に示す。

河道内地形を全て（河口砂洲・中州・高水敷）設置した CASE I と、河口砂洲のみを設置した CASE IV を比較したとき、CASE IV は全体的に高い傾向であった。また、CASE IV と河道内地形を全て撤去した CASE V を比較したとき、CASE V は全体的に最高水位が高い傾向であった。

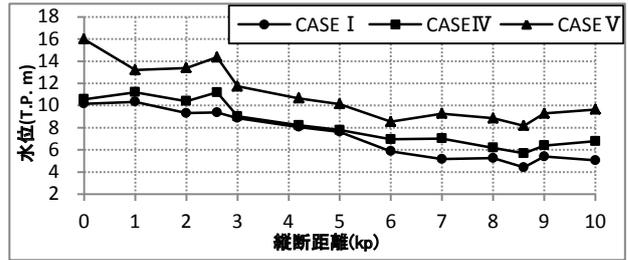


図-2 CASE I、IV、V実験左右岸平均最高水位縦断面図

以上の結果より、河道内地形の設定状況を変化させた実験においては特に河口砂洲等の河口付近河道内地形が最高水位津波遡上高を減勢させる効果があることが確認された。

3. 河川流量による影響の把握

河川流量が最高水位に与える影響を比較するため、CASE V～VIIにおける各地点の左右岸平均最高水位をプロットした縦断面図を図-3に示す。なお、河川流量の供給を 9.4kp にて行っているため、9kp までの水位を分析対象とする。

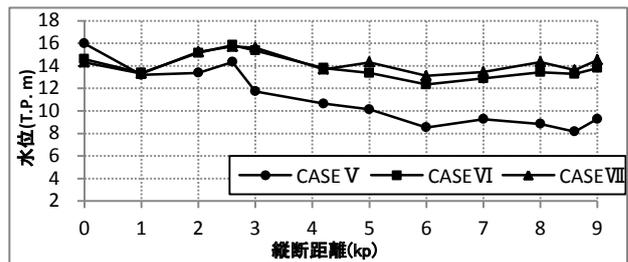


図-3 CASE V～VII実験左右岸平均最高水位縦断面図

河川流量なしの CASE V と、河川流量小を供給した CASE VI を比較したとき、CASE VI は全体的に高くなる傾向であった。次に、CASE VI と河川流量大を供給した CASE VII を比較したとき、全体的に同程度の値となったが、CASE VII の方が 4kp より上流が 1m 程度高くなる傾向がみられた。

以上の結果より、河川流量を変化させた実験においては、河川流量を与えることにより最高水位が高くなる効果があることが確認された。

【成果の活用】

本研究成果を踏まえ、解析により津波の河川遡上を把握し、河道計画に反映するための手法を現マニュアルである「津波の河川遡上解析の手引き（案）」の技術資料として、国総研資料をとりまとめる予定である。

河川管理のための環境資産（アセット）の評価・目標に関する研究

Research on environmental target for river management

（研究期間 平成 25～27 年度）

河川研究部 河川研究室
River Department
River Division

室長
Head
主任研究官
Senior Researcher
研究官
Researcher
交流研究員
Guest Research Engineer
交流研究員
Guest Research Engineer

服部 敦
Atsushi HATTORI
中村 圭吾
Keigo NAKAMURA
鈴木 宏幸
Hiroyuki SUZUKI
前田 義志
Yoshiyuki MAEDA
甲斐 崇
Takashi KAI

As a result of the 1997 amendment of the River Law (in Japan), "improvement and conservation of river environments" became one of the purpose of the law. However, the environmental targets (and goals) are defined only qualitative terms, and the establishment of a method for setting objective targets is expected. In this study, we aimed to develop a method to set targets that achieves practical environmental management in the river. First, we proposed the idea of setting targets for the river environment management. The idea was to select the good environment reach as reference, and not deteriorate or improve the other reach using the reference as the environmental targets model. Next, we have developed tools to realize our idea. The tools consist of three sheets to visualize the habitats in the river. We also published the manual of the tools for environment management.

〔研究目的及び経緯〕

河川環境の整備と保全是、平成 9 年の河川法の改正により内部目的化され、河川管理者の責務となっている。河川環境の管理にあたっては、目指すべき河川環境の姿を目標として設定することが必要であり、その設定手法は「河川環境目標設定委員会」などで議論されてきたものの、具体的・定量的な手法としては定まっておらず、「河川砂防技術基準」でも「総合的に考慮して定める」と、定性的に示されるのみである。こうした背景のなかで、社会資本整備審議会は、「河川環境の調査成果等に基づきできる限り具体的な管理目標の設定に努めるべき」と答申しており、実務に活用できる河川環境の管理手法の早急な開発が望まれる。

そこで、本研究では、河川における実践的な管理に資する合理的・定量的な評価および管理手法を開発することを目的とした。

〔研究内容〕

1. 実践的な環境管理のための評価手法の研究

（平成 25 年度）

実践的な河川環境の管理のための基本的な考え方を整理するとともに、その考え方に基づいて合理的・定

量的に実現可能な、河川環境の評価・管理の手法を提案した。

2. 環境管理のための評価手法の検証・高度化に関する研究

（平成 26 年度）

これまでに整理した基本的な考え方をもとに、河川の現況の生物状況と、生息場に関する物理環境の情報との組み合わせを行うことで、河川環境の評価を実現するツールを開発した。ツールは実河川に適用することで、機能が有効かを検証した。

また、河川環境の評価手法の高度化の一環として、生物の生息確率を評価する統計モデル（生息適地モデル）を開発し、評価を試行した。

3. 環境管理の評価手法に関するマニュアルの策定

（平成 27 年度）

平成 25 年度・平成 26 年度に整理した研究内容をとりまとめ、河川環境の評価手法に関するマニュアルを作成した。マニュアルは河川管理者が活用することを想定し、適用事例を含めて整理した。また、マニュアル作成の過程において、平成 26 年度に開発したツールの改良を行った。

〔研究成果〕

1. 実践的な環境管理のための評価手法の研究

河川環境の目標設定にあたっては、定量的なデータをもとに、科学的に分析・評価することで、定量的に説明可能な目標を導出することが一般論と考えることができる。しかしながら、複雑な河川環境システムを定量的に分析・評価する技術は未だ開発途上であることに加え、目標としての「あるべき河川環境」は、多様な価値観によって語られるために目標の合意形成が困難である。

一方、河川の環境改善の必要性は認識されており、最も単純には、「少なくとも現況より水準を下げない、できれば向上させる」という共通認識を考えることができる。従って、これを「基本的な方針」として、全国河川に適用することは有用と考える。

そこで、「基本的な方針」にもとづき、あえて「目標」を設定するプロセスを経ず、「現在ある相対的に良好な場」をレファレンス（参考・参照）とした、現状非悪化かつボトムアップによる実践的な河川環境管理の手法を提案した。

2. 環境管理のための評価手法の検証・高度化に関する研究

「基本的な方針」にもとづく環境管理の実現のために、レファレンスである「現在ある相対的に良好な場」を抽出し、その特徴を整理するためのツールを開発した。ツールは河川環境の定量的なデータを見える化するシート群である。シートは3種類を一連とし、①縦断方向に環境を概観し、管理の一連区間を設定する「区分シート」、②各一連区間のレファレンスである「現在ある相対的に良好な場」を選定する「選定シート」、③レファレンスを手本としつつ河川環境の経年変化状況を持続的に記録する「経年変化シート」により構成されている。ここでは、「多様なハビタットでは生物の生息・生育・繁殖も良好に応答し、生態系の機能も高い」と仮説を設定し、ツールを用いて河川環境の点数評価を試み、レファレンスを設定した（図1）。

区間	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34		
大セグメント区分	セグメント2-2										セグメント2-2																								
小セグメント区分	R592										R594																								
【典型性評価点】	52	1	0	0	0	2	1	2	2	3	0	0	1	4	1	3	0	1	4	3	1	2	5	4	4	3	5	4							
【重要種数】	1	2	2	2	1	8	3	7	6	5	1	5	5	2	0	1	2	0	1	2	1	0	1	5	3	2	0	3	1						
【生物とのかかわりの強さ】	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
【典型性+重要種との組み合わせ】	5	0	2	1	1	1	3	2	3	3	5	1	1	4	1	3	0	1	4	3	1	2	5	4	4	3	5	4							
【河川環境の質】	高	高	高	高	高	高	高	高	高	高	高	高	高	高	高	高	高	高	高	高	高	高	高	高	高	高	高	高	高	高	高	高	高	高	高
【良好な場】	高	高	高	高	高	高	高	高	高	高	高	高	高	高	高	高	高	高	高	高	高	高	高	高	高	高	高	高	高	高	高	高	高	高	高
【良好な場選定理由】	A: 小セグメント内で典型性+生物とのかかわり評価点が高い B: 典型性+生物とのかかわり評価点が高い																																		
【良好な場選定結果】	* * *																																		
選定理由	セグメント2-2②では、典型性+生物評価点が高い18%を選定する。 セグメント2-2②では、典型性+生物評価点が高い18%を選定する。 セグメント2-2②では、典型性+生物評価点が高い18%を選定する。																																		

図1 「選定シート」による評価結果の抜粋

また、定量的なデータを用いた環境評価手法の一環として、不連続な生物データと連続的な生息場データを組み合わせることにより、河道全域にわたる生息ポテンシャルマップ（図2）を複数の重要種について作

成し、それらの結果を統計的に分析（MARXAN を利用）した結果と実際の生物の在・不在データや既存の生態学的な知見を組み合わせることにより保全優先箇所を選定する手法を多摩川において検討し、成果を取りまとめた¹⁾。

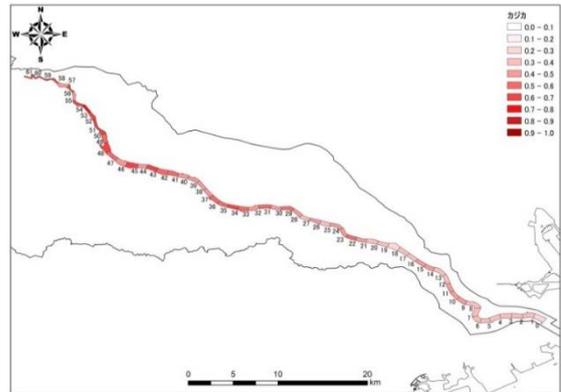


図2 生息ポテンシャルマップによる評価例

3. 環境管理の評価手法に関するマニュアルの策定

「基本的な方針」に基づく環境管理の考え方と、それを実現するツール群の作成・使用方法を整理することで、河川環境の管理のための評価手法に関するマニュアルを作成した。マニュアルは、主に、河川管理者が活用することを想定しており、表1の構成からなっている。

表1 マニュアルの構成の概要

章 No.	章題	各章の概要
1	はじめに	目的、構成等を示す。
2	河川における環境管理の考え方	河川環境管理の基本的な考え方を示す。
3	資料の収集	収集すべき資料を示す。
4	シート作成・使用方法	シートの役割・作成方法を示す。
5	作成・活用事例	作成・活用事例を示す。
6	おわりに	今後の課題等を示す。

【成果の活用】

本研究で得られた河川環境管理の手法は、すでに自然再生事業の計画立案等に活用されている。また、今後、マニュアルを用いた現実の河川での実践を重ねながら、ナレッジを蓄積することでPDCAサイクルを構築し、さらによりよい河川環境の評価・管理手法の実現につなげるとともに、将来的には長期的な視座に立った目標設定手法の確立を目指す。

参考文献

- 1) 前田義志、上野裕介、中村圭吾、服部敦（印刷中）生物生息適地モデルと相補性解析による河川による環境保全優先箇所の選定、土木技術資料 58(4)。

災害復旧等における多自然川づくりに関する調査

Research on river restoration for post-disaster river works

(研究期間 平成 25～27 年度)

河川研究部 河川研究室
River Department River Division

室長
Head
主任研究官
Senior Researcher
研究官
Researcher
交流研究員
Guest Research Engineer
交流研究員
Guest Research Engineer

服部 敦
Atsushi HATTORI
中村 圭吾
Keigo NAKAMURA
鈴木 宏幸
Hiroyuki SUZUKI
前田 義志
Yoshiyuki MAEDA
甲斐 崇
Takashi KAI

The concept of river restoration has been widely adopted and implemented in Japan since the 1990s. However, post-disaster river works often tends to be ecologically unfriendly because of limited time and severe conditions. To mitigate against the impact of these river works, we study river restoration for post-disaster river work. In this study, we focused mountain and river mouth areas and pursued the suitable river planning. Additionally, we developed the database system of post-disaster river works using formatted disaster reports to characterize these areas.

〔研究目的及び経緯〕

水害等の被災を受けた河川で河道改修を行う際は、流下能力を確保しつつ可能な限り河川環境に配慮することが求められる。その考え方は多自然川づくりポイントブックⅢ¹⁾（以下、ポイントブックⅢ）で整理され、平成 26 年にはポイントブックⅢを踏まえ、美しい山河を守る災害復旧基本方針²⁾が改訂され、これまで以上に多自然川づくりを推進する仕組みがつくられてきたが、技術的には発展途上のもも含まれており、今後その考え方に沿って、技術的に向上させていく必要がある。

そこで本研究では、河川で多様な自然が保全されていることが多い山地部と河口部を対象に、それぞれの特徴を踏まえた災害復旧時における多自然川づくりの際に有用な情報を提供することを目的として調査等を実施した。

またこれらの災害発生箇所とその復旧事業の情報を、今後継続的、効率的に取得、蓄積することは重要であり、その仕組みとして、美しい山河を守る災害復旧基本方針に示されている、災害発生事後の報告様式（A 表、B 表）の情報を活用し、災害復旧事業データ管理システムを開発した。

〔研究内容〕

1. 山地部～多自然護岸設置後の状況把握～

山地部の災害復旧事業で採用されることの多い、多自然護岸を用いた河道改修箇所について、護岸設置箇所の周辺自然環境との調和や、護岸部における植生の回復状況について調査した。

2. 河口部～汽水域に適した環境要約図(案)提案～

潮汐の影響と淡水と塩水が混じり合う特殊な環境である河川汽水域において、多自然川づくりを検討する際に重要な環境要素を把握できるよう環境要約図を提案した。

3. 災害復旧事業データ管理システム

災害発生箇所の分布や、その位置の河道特性等を把握することを目的に、地図上に発生箇所とその特徴を表示できるマップシステムと、報告様式に掲載された情報を整理した図表を自動的に作成する、マクロ機能を備えた Excel ファイルを開発した。

〔研究成果〕

主な研究成果の概要を以下に示す。

1. 山地部～多自然護岸設置後の状況把握～

本調査で護岸設置部とその周辺の自然河岸について比較したところ、護岸部と自然河岸部では、植物の構成種が違っていることが明らかになった。この植物の

構成種については護岸設置部、自然河岸ともに、その上部の植生と類似性が見られたことから、護岸部への植物の侵入は主に上部の植生によることが示唆された。このことから護岸施工時において護岸上部の植生を保全することで、植生の早期回復とともに、護岸部の植生が当初の河岸の構成に近いものになる可能性が示された³⁾。

2. 河口部～汽水域に適した環境要約図(案)提案～

環境要約図は、河川汽水域版の環境情報図である。全国の河川汽水域を生物の交流や潮汐の影響などから似た環境に区分し⁴⁾、区分の特徴や対象河川の位置づけを示す「全体図」、対象河川の汽水域環境全体を把握するための「広域図」、汽水域環境を実務レベルで具体的にマネジメントするための「区間図」で構成する。

全体図では、区分内の河川を平面図で示し、区分の特徴を文章で記載するとともに、区分内の良好な河川汽水域環境を写真で示し、各河川の汽水域環境の特徴が分かるよう潮間帯幅割合、干潟面積割合、ヨシ原面積割合をレーダーチャートで示した。

広域図では、河川汽水域区間全域を示し、既存データから保全すべき重要な環境要素（塩性湿地や干潟など）の平面分布を表示した。加えて、200m もしくは 1km 毎の塩分や潮間帯幅、干潟面積割合等、汽水域に特徴的な環境要素の定量的なデータも示した。

区間図(図1)では、航空写真に汽水域に特徴的な植生(ヨシ群落や塩沼植物群落など)、相対潮汐地盤高の干潮位、平均潮位、満潮位の等水位線、干潟の底質区分の平面分布を示すとともに、代表断面の潮汐・植生の位置関係や代表断面付近で確認された代表種、景観写真も1枚に要約した。

3. 災害復旧事業データ管理システム

マップシステム(図2)では、災害発生箇所を地図上にポイント表示することに加え、災害発生箇所のセグメント、箇所勾配といった特徴や被災年毎にポイン



図2 マップシステムによる災害発生箇所の表示例

トを色分けする機能を備えている。これにより同じ特徴を持つ被災箇所を抽出したり、近傍で年を越えて複数回災害が発生している箇所を抽出したりできるようにした。なお検索時にそれらのキーワードで絞り込みをかけることも可能となっている。

またマクロ機能を備えたExcelファイルでは、マップシステムと同じデータを用いて、自動的に図表化ができるものとした。作成できる図表は、災害発生件数の経年変化や、被災箇所のセグメント毎の割合、被災前と被災後における採用工法の変化といった、災害の発生状況やその特徴を検討する上で必須となる項目について描画できるとともに、その図表やデータは今後の要望を元に容易に改良できる仕様としている。

[成果の活用]

本研究の成果は、多自然川づくりポイントブックⅢや、美しい山河を守る災害復旧基本方針の改訂に資する資料として、また提案した汽水域の環境要約図で、保全すべき区間や環境要素、再生にあたって目標とすべき区間や景観を示すことが、今後の河川汽水域の環境評価・管理に有効な手段となることを期待している。

また災害復旧事業データ管理システムは、今後中小河川を実際に管理している県等の地方自治体へ配布することで、災害復旧時の検討に資する情報として提供していきたい。

[参考文献]

- 1) 多自然川づくり研究会：多自然川づくりポイントブックⅢ、日本河川協会、2011。
- 2) 全国防災協会：美しい山河を守る災害復旧基本方針、2014。
- 3) 鈴木 宏幸、中村 圭吾、前田 義志、甲斐 崇、服部 敦：山地河川における多自然護岸と自然河岸の比較、第43回環境システム研究論文発表会、2015.10。
- 4) 中村圭吾、鈴木宏幸、前田義志、甲斐崇、服部敦：河川汽水域の環境管理をどう実現するか、国総研レポート2016、(印刷中)

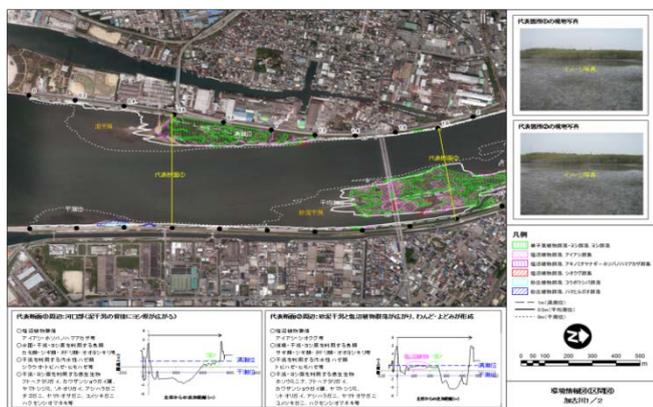


図1 河川汽水域における環境要約図(区間図)の例

粒子法による河川堤防のパイピング現象の解析

Numerical analysis of river levee failure with piping by the SPH method

(研究期間 平成 26～28 年度)

河川研究部 河川研究室

室 長	服部 敦
主任研究官	森 啓年
研 究 官	笹岡 信吾
交流研究員	倉田 大輔
交流研究員	下川 大介

[研究目的及び経緯]

平成 24 年 7 月に発生した矢部川の堤防決壊は、基礎地盤のパイピングにより発生したものと考えられる。パイピングは堤内地のガマのように出水時にしばしば発生するものであるにも関わらず、堤防決壊という大規模な被災に至る詳細なメカニズムや発生条件はいまだ不明な点が多い。

本研究は、堤防のパイピングによる進行性破壊時における挙動を、シミュレーション可能な解析プログラムの開発を行うものである。具体的には、粒子法的一种である SPH 法を利用し、従来の解析手法では困難な堤防の進行性破壊による大規模な被災を、土-水連成理論を考慮した上で再現することを目標とする。

平成 27 年度は、進行的なパイピングが観測された実験結果を、SPH 法により再現することを試みた。その結果、間隙水圧の分布状況により、基礎地盤の透水層の移動範囲が大きく変化することが明らかとなり、実験で観測された噴砂の特徴を再現することができた。一方、堤体の挙動については、地盤の強度や大変形時のモデル化等の適切なモデルが現状はなく、今後の課題であることが示された。

気候変動下の都市における戦略的災害リスク低減手法の開発

Study on framework for strategic flood disaster reduction in urban area under climate change

(研究期間 平成 27～29 年度)

河川研究部

研究総務官	藤田 光一
部 長	鳥居 謙一
水防災システム研究官	深見 和彦
下水道研究官	榊原 隆
室 長	横田 敏宏
室 長	服部 敦
室 長	川崎 将生
室 長	伊藤 弘之
室 長	木内 望
室 長	竹谷 修一
室 長	松本 幸司

下水道研究部

下水道研究部 下水道研究室

河川研究部 河川研究室

河川研究部 水循環研究室

河川研究部 水害研究室

都市研究部 都市計画研究室

都市研究部 都市防災研究室

防災・メンテナンス基盤研究センター 国土防災研究室

[研究目的及び経緯]

都市における水害を具体例として「統合的浸水リスク評価手法」「低リスク社会構築フレーム」及び「対策の具体的展開手順」を提示することを目的とする。また、低リスク社会の構築により対策規模を超える災害が生じた場合の被害の軽減、年平均被害の低減、被災後の迅速な復旧・復興等の実現を目標とする。

平成 27 年度は、外水・内水ハザードによる土地・建物ごとの浸水リスク評価手法の開発のため、モデル地区を 5 箇所選定し、地域特性の分析、モデル建物での浸水対策による効果の試算を行った。実施にあたっては、気候変動適応研究本部幹事会において関係研究部間の分野横断的な議論を行う他、統合浸水リスク勉強会等の個別勉強会で検討を実施した。

河川堤防の対策に関わる実験検討業務

Research on countermeasures against the progressive failure of river levees

河川研究部 河川研究室

(研究期間 平成 27～29 年度)
室 長 服部 敦
主任研究官 森 啓年
研 究 官 笹岡 信吾

[研究目的及び経緯]

平成 24 年 7 月に発生した矢部川の堤防決壊は、狭い範囲に存在する薄い砂質土層においてパイピングが発生したことが原因と考えられる。堤防決壊に至るような大規模かつ進行的なパイピングの発生過程や外力及び地盤条件や詳細なメカニズムはいまだ不明な点が多い。

洪水によりパイピングが発生するかどうか、その前兆を把握し弱点箇所を絞り込むとともに、そのパイピングが堤防決壊に至るかどうか、そのメカニズムを把握した上で、優先的に対策を実施する区間を設定することが求められる。

平成 27 年度にパイピングの発生した那賀川水系那賀川及び鳴瀬川水系吉田川において、既存の点検結果に UAV・LP データを用いて抽出した法面勾配や堤防高等の堤防形状や堤防周辺の微地形データ、経験水位等の追加情報を用いて整理した。この結果を基に被災箇所近傍の無被災地点を対象に、堤防の詳細点検に準拠した地盤調査及び解析を実施するとともに縦断方向に簡易サンプリングを実施し、被災箇所と無被災箇所の差異を比較しその地盤特性を抽出した。

幅広・小水深区間における合理的な河道設計に関する調査

Research on rational river channel design in section of wide width and low depth

河川研究部 河川研究室

(研究期間 平成 27～29 年度)
室 長 服部 敦
主任研究官 中村 圭吾
研 究 官 竹中 裕基

[研究目的及び経緯]

治水安全度を高めるための河川整備を引き続き行う一方、出水時の外力に対して極端な堆積・洗掘などの河床変動を起こさない河道設計が必要とされている。現在の治水安全度を高めるための河積確保は河床掘削によるところが大きく、それによって整備された狭く深い河川では、小規模な出水においても大きな河道変化を受けやすい。一方、河道拡幅による幅広・小水深の河道では、出水による河道変化に強い一方で島の形成や河岸再形成といった維持管理面での問題がある。そのため、拡幅による河道変化について把握し、各河川・地点ごとの合理的な河道設計を行う必要がある。

本年度は、河道拡幅後の挙動に関する基礎的な知見を得るために、全国 109 水系を対象として拡幅・縮小が起こっている区間を 156 地点抽出し、それらの勾配、河床材料の平均粒径、狭窄区間から拡幅区間までの距離、水深について整理を行い、併せて最深・平均河床高航空写真、河幅の変化率等河道諸元の経年変化について整理を行った。また、156 地点について河道変化プロセスのパターン分類を行い、整理した河道諸元との関連性について整理を行った。

河川環境データセンターサービス提供

Development of River Environment Database System

河川研究部 河川研究室

(研究期間 平成 22 年度～)

室 長	服部 敦
主任研究官	中村 圭吾
研 究 官	鈴木 宏幸
研 究 官	鈴木 淳史
交流研究員	前田 義志
交流研究員	甲斐 崇

[研究目的及び経緯]

国土技術政策総合研究所は、国土交通行政に関する諸情報の管理・活用の拠点としての役割が期待されるようになってきている。当研究は、河川水辺の国勢調査等の河川環境に関するデータを整理・蓄積し、河川環境に関する研究や河川管理の実務に利活用することを目的としている。

本年度は、河川環境データベースについて、ソフトウェアの更新と河川水辺の国勢調査結果のデータ更新に対応した。また河川環境管理データベースでは、過去と現在で種名が変わった生物種について、その経年変化が追えるよう、それらの変更を踏まえたリストを作成し、そのリストに従って生物調査結果をシステム上に表示できるよう改良した。

河川技術に関する研究開発

Research and development on river improvement technology

河川研究部 河川研究室

(研究期間 平成 21 年度～)

海岸研究室
水害研究室

室 長	服部 敦
主任研究官	森 啓年
研 究 官	笹岡 信吾
研 究 員	中村 賢人
室 長	諏訪 義雄
室 長	伊藤 弘之

[研究目的及び経緯]

河川行政における技術政策課題を解決するため、産学のもつ先端的な技術を積極的に活用し、産学官連携による技術研究開発を促進することを目的として、「河川砂防技術研究開発制度」(平成 21 年より本省水管理・国土保全局に設置)を実施している。国土技術政策総合研究所では、本制度の方針の検討及び応募課題審査にあたっての技術的意見付与、および採択された研究課題の委託を行っている。

平成 27 年度は、「堤防及び河川構造物(コンクリートまたは鋼構造物)の点検・診断の高度化技術研究開発」、「津波河川遡上及び浸水解析手法に関する技術研究開発」、「透水性基礎地盤に起因する河川堤防の変形に関する技術研究開発」、「サンゴ等を活用した海岸保全手法に関する技術研究開発」について、委託研究を行った。

総合的な土砂管理による河道への影響評価に関する検討

Research on the impact evaluation on river corridor by integrated sediment management

(研究期間 平成 26～28 年度)

河川研究部 河川研究室

室 長 服部 敦
主任研究官 中村 圭吾
研 究 官 竹中 裕基

[研究目的及び経緯]

河道、海岸、砂防区間などにおける土砂に関わる各区間を、一続きの流砂系という概念で捉え、土砂に関する諸課題を一体的に対策・改善を行う、という総合的な土砂管理の実践が進められている。流砂系のうち河川区間では、ダムを起点とした治水・利水機能の管理、河川環境の改善がその一つとして位置づけられ、貯水池に堆積した砂を下流河道へ還元した際の影響の定量的把握など、総合的な土砂管理による河道への影響評価を確立することが重要である。

本年度は、洪水流量に応じた砂還元量 ($Q-Q_s$ の関係) の設定に寄与するため、河川研究室の有する開水路(幅 1.0m×高さ 0.8m×長さ 30m)を用いダム下流の河道を念頭においた実験を行った。実験では、平均粒径約 100mm の礫を敷き詰め細砂を充填し、清水及び浮遊砂を含む水を摩擦速度 u と砂の沈降速度 w_0 の比である u/w_0 を変化させ断続的に通水を行うことで、礫間からの細砂の抜けだし・充填について把握した。実験結果から、礫が砂に埋没しない状況として砂面高が 1 層目の礫の半分以上となる場合の浮遊砂量 (Q_s) および u/w_0 との関係について整理した。

堤防の構造に関わる検討

Study on the structures of river levees

(研究期間 平成 27 年度)

河川研究部 河川研究室

室 長 服部 敦
主任研究官 森 啓年
研 究 官 笹岡 信吾

[研究目的及び経緯]

平成 27 年 9 月の関東・東北豪雨により、鬼怒川の堤防が決壊し、平成 27 年 12 月 10 日に社会資本整備審議会大規模氾濫に対する減災のための治水対策検討小委員会において、「大規模氾濫に対する減災のための治水対策のあり方について～社会意識の変革による「水防災意識社会」の再構築に向けて～」が答申され、その中で越水等が発生した場合でも決壊までの時間を少しでも引き延ばすよう堤防構造を工夫する対策を早期に推進する必要があることが示され、詳細な構造について早急に技術的な検討を行う必要が生じた。

本研究では、少しでも壊れるまでの時間をかせぐ堤防の具体的な構造、その施工に当たっての留意事項・工夫に関する検討を行うための基礎資料を得るために、堤防天端をアスファルト舗装等で保護する天端保護工を対象とし、実物および実大の水理模型実験等を行った。実験により、天端保護工における崩壊から決壊に至る破堤プロセスと機構を確認するとともに、天端保護工がひさしを形成することにより天端崩壊による堤防の欠損の進行を遅らせる効果があることを確認した。これら結果を取り纏め、国総研技術速報として地方整備局へ配布した。

気候変動下の河川の氾濫被害低減効果評価手法に関する検討

Research on evaluation method for effect of riverine flood damage reduction measures under the global climate change.

河川研究部 河川研究室

(研究期間 平成 26～27 年度)
室 長 服部 敦
主任研究官 山本 陽子
研 究 官 柳川 一博
研 究 官 竹中 裕基

[研究目的及び経緯]

本調査は、気候変動の影響による将来の豪雨・洪水の増大予測を踏まえ、整備水準を上回る規模を含む様々な規模の洪水を対象として、氾濫被害発生に係る不確実性を可能な限りモデル化することにより氾濫リスクの効果的な低減対策を検討する手法（平成 25 年度提案）を実河川に適用するための具体的手法を確立することを目的とする。

平成 27 年度は、河川・氾濫特性の異なる 2 モデル河川における試算による検証を通じて、災害リスクを評価する際に課題になると考えられる氾濫ブロック・破堤点の設定手法の考え方を整理し、実河川に適用可能な河川全体の治水バランスを踏まえたリスク評価手法を確立した。

また、想定最大規模の洪水時においても、氾濫による死者及び長期間孤立者を出さないためのハード対策を含めた具体的な施策検討の一助とすべくリスクマップを整理した。

“生きた砂浜”に必要な波浪かく乱に関する研究

Research on essential wave disturbance for maintaining the seashore ecosystem

(研究期間 平成 25～27 年度)

河川研究部 海岸研究室
River Department
Coast Division

室長
Head
研究官
Researcher

諏訪 義雄
Yoshio SUWA
浜口 耕平
Kohei HAMAGUCHI

Coastal vegetation establishment on new beach formed by dike set back from the shorelines was investigated by field observations on the Isewan-Seinan Coast for 5.5 years. It was observed that non-coastal plants appeared and rapidly spread out at first. Subsequently, coastal plants invaded the area and gradually increased their expanse. Estimates of the wave run-up revealed that the wave wash disturbances were effectively promoting the establishment of coastal vegetation.

〔研究目的及び経緯〕

これまで砂浜の保全を目的とした海岸事業が全国で実施されてきたが、養浜によって砂浜空間が回復した後も本来の海浜生態系が成立しない事例も見受けられる。陸上養浜の手法としては、トラックで搬入した土砂を敷き均す盛土養浜と局所的に土砂を投入して沿岸漂砂によって下手で自然に堆積するのを期待する動的養浜が主流であるが、盛土養浜では、高すぎる盛土面を整備したために浜崖が形成された事例が報告されている。動的養浜についても、沖合施設によって静穏化された箇所に低平で不自然な砂浜空間が形成されている場合があり、いずれの手法についても砂浜環境回復の点では課題が残る。

伊勢湾西南海岸の北藤原工区（図-1、写真-1）では老朽化した海岸堤防の改修に伴い、住民意見を反映して堤防法線を内陸側に変更するセットバックが実施され³⁾、環境も意識した養浜が実施された。これによって2009年3月には植生が全く存在しない新たな砂浜空間が出現したが、我が国で初めて環境の改善を意識して大規模に実施されたセットバックの事例であるために、今後この空間でどのような砂浜環境が形成されていくかについては不明である。セットバックによる海岸保全は、養浜や沖合構造物の設置の対案の一つとして検討の俎上に登るようになることが予想されるため、伊勢湾西南海岸の事例は貴重な先例となる。そこで本研究では、海岸堤防のセットバックによる砂浜空間の創出がおこなわれた海岸における海浜植生の成立過程を把握することを目的とした。

〔研究内容〕

（１） 現地調査の内容

2009年3月から2015年12月までの間に伊勢湾西南海

岸における植生の生育状況を把握するために植生図作成調査、植生断面調査、底質調査を実施した。また、比較対象海岸（三重県津市の白塚海岸と愛知県田原市の恋路ヶ浜の各海岸（図-1））における植生相調査も実施した。植生断面調査においては、L19-1およびL20をそれぞれ波浪による攪乱が有る区域、無い区域として比較を行った。

（２） 植生の遷移と波浪かく乱の関係

a) 堤防移設直後の草地植生の繁茂

セットバック直後の2009年3月30日は測線L19-1, L20

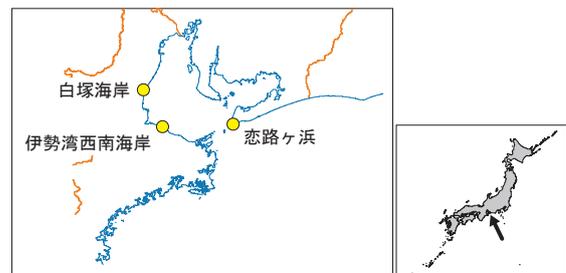


図-1 調査海岸の位置



写真-1 伊勢湾西南海岸北藤原工区と測線配置

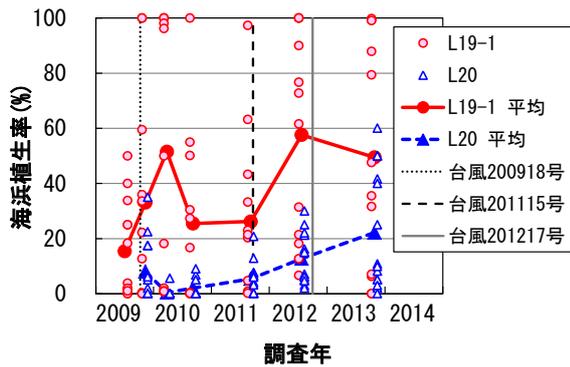


図-2 海浜植生率の経年変化

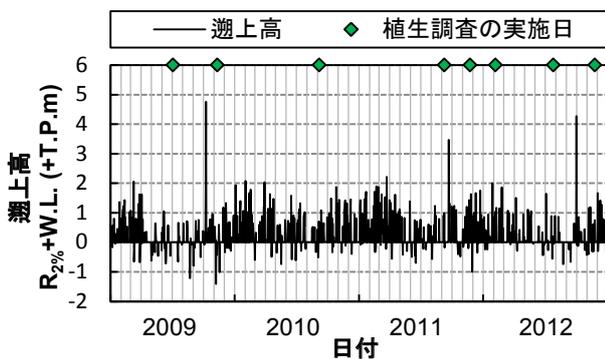


図-3 波浪遡上高の算定結果

ともに周辺に全く植物が存在しない状態であったが、約3ヶ月後には、内陸の乾燥した荒地等に生育することが多い草地植物のメヒシバ *Digitaria ciliaris* が急速に砂浜を覆った。その後、2009年11月には測線L20周辺にヒメムカシヨモギ *Conyza canadensis* を始めとする他の草地植物も出現し始め、2010年9月にはヨモギ群落が増大するに至り、2011年9月までその状態が続いた。単に砂浜空間が創出されただけでは、海浜植物よりも競争力の強い草地植物がいち早く繁茂してしまうため、海浜植生が成立するにはこれらの植物が何らかの要因によって衰退し、海浜植物が草地植物よりも競争上有利となる過程が必要であることを示唆する。

b) 草地植生から海浜植生への遷移

海浜植物の生育状況を定量的に評価するために、植生断面調査で得られた各コードラート内の植被率のうち、海浜植物が占める割合を海浜植生率と定義した。波浪から遮蔽された測線L20で緩やかながらも海浜植生率の上昇が確認されたことは(図-2)、波浪による直接的な攪乱が無くとも草地植生から海浜植生への遷移が進行可能であることを示す。

これに対して波浪が作用する測線L19-1では、2009年7月から2010年3月、2011年9月から2012年7月にかけて海浜植生率が急上昇し(図-2)、2011年9月の台風

15号の来襲前後では優占群落の変化も確認された。

近傍の浜田観測所で観測された波浪データから玉田ら(2009)に基づいて波浪の打ちあげ高 $R_{2\%}$ を算定した。2009年10月と2011年9月の2回、打ちあげ高が突出しており(図-3)、高波浪による攪乱が海浜植生への遷移を促進させたものと考えられた。

c) 海浜植生への遷移を促進する波浪攪乱

波浪による攪乱には、地盤高の変化、海浜材料の交換、遡上波による冠水など、様々な程度が考えられる。

簡易測量結果によれば、例えば測線L19-1で植生の急激な遷移が起きた2ヶ月間を含む2011年9月から2012年7月の地盤高の変化は2012年7月から2013年10月までに生じた変化と比較して微少であり、草地植物を流失させるほどではなかった。粒度組成についても、2011年9月から2012年2月の変化は他の時期に比べれば微少であった。これらの傾向は最初に海浜植生率の上昇が起きた2009年7月から2010年3月についても同様であったことから、海浜植生への遷移を促した波浪攪乱は、地盤高や粒径の変化を起こすほどのものではなく、遡上波が表層を洗う程度にすぎなかったと推察された。表層を洗う海水の浸透が草地植物の枯死を招き、それによって空いた空間が一時的に高塩分濃度の状態にあるうちに、耐塩性の高い海浜植物の種子がいち早く発芽したことで海浜植物への遷移が起きたものと考えられた。

【研究成果】

以上のことをふまえ、本研究では我が国で初めて環境改善を意識して実施された海岸堤防のセットバック後に、無植生状態から海浜植生が成立する過程を調査して以下の知見を得た。

- ・新たに創出された砂浜空間には、内陸性の草地植生が優占し、その後に海浜植生への遷移が起こった。
- ・海浜植生への遷移は波浪による直接的な攪乱がない場所においても緩やかに起こったが、波浪の遡上を受ける場所では高波浪後に急激な遷移の進行が確認された。
- ・波浪による攪乱は、地形変化や底質変化を生じない砂面表層を洗う程度でも十分に海浜植生への遷移を促す効果を有する

【成果の発表】

- 1) 渡辺国広・草加速太・稲田敏昭・諏訪義雄：セットバックにより出現した砂浜空間における海浜植生の成立過程に関する現地調査，土木学会論文集B3(海洋開発), Vol. 70, No. 2, I_1026-I_1031, 2014

【成果の活用】

本研究において調査した植生調査の結果をとりまとめ、一般向けに公開する予定である。

砂と礫の混合比率が海浜形成に果たす役割解明に関する研究

Study on the effect of sand-gravel ratio to beach accretion

(研究期間 平成 25 年度～平成 27 年度)

河川研究部 海岸研究室
River Department
Coast Division

室長
Head
主任研究官
Senior Researcher

諏訪 義雄
Yoshio SUWA
野口 賢二
Kenji NOGUCHI

When the improper material is used for beach fill into erosional coast, a big berm and a heterogeneous view are occurred. After grasping seashore bottom material sedimentary structure, the material has to be selected to do this so as not to occur. To It is, however, essential to grasp depositional environment from beach to dune, while grasp of actual area conditions is never sufficient. Therefore, the Coast Division has been conducting trench surveys in order to solve deposition phenomenon.

〔研究目的及び経緯〕

人工改変に伴って漂砂系が分断されると漂砂系内の砂の絶対量が減少して侵食が起こる。その場合、最も本質的意味からの侵食対策は、流砂系・漂砂系の健全化である。しかし、現状では即時の改善は困難であることから人為的な砂の供給、すなわち養浜が実施される。しかし、養浜のコストはもちろんのこと、投入養浜材の質的（粒径）選定も重要である。また、養浜材の歩留まり向上のため砂に粗粒材を混ぜた材料を用いて安定性を向上させた場合、粒径ごとに波による移動特性が変わり、前浜への堆積状況も大きく異なる。

そこで、養浜が実施され海岸において大規模なトレンチ調査を行い、砂と礫の堆積構造をから礫と砂の役割の解明を目的とした。



図1 トレンチの掘削と層の露出作業

〔研究内容〕

富士海岸、静岡清水海岸、浜松篠原海岸の3海岸で10本のトレンチを掘削し堆積状況を調査した。調査は、各年一海岸ずつ実施した。手法の基本は単純でバックホウによりトレンチを掘削して、作られた壁面を調査するものである。断面の調査は、写真撮影による記録と代表的な層の底質採取である。記録手法については、毎年の調査毎に手法を改良し、2年目以降は3次元モデル化ソフトウェアの導入により写真結合の効率化と座標数値精度を向上し、最終年度には概ね手法は確立された。また、層内から採取された生物遺骸（木片、貝殻）について放射性炭素年代測定によりトレンチ調査により得られる情報の年代範囲を把握した。

〔研究成果〕

(1) トレンチ掘削と境界面整正

定期横断測量測線と同位置か測線近くに最適測線として掘削線を設定したのちバックホウにより掘削する。図1は富士海岸での掘削及び調査状況である。夜間にトレンチを放置することは海岸利用者に対し危険であることから、日中に掘削から埋め戻しまでを完了する必要があり調査時間の余裕はない。

安全範囲が確保できるようになったら、壁面を刷毛で整正して礫と境界面を浮き出たせる作業を始める。これは、この作業自身が重要な堆積状況の把握調査となっている。扁平な礫が層内で並ぶ向きや層の傾きをつぶさに見ることができるからである。

この観察から、汀線付近の礫が豊富な箇所（バーム）から岸へ向かい扁平な石が砂層内に点在する様子が分かる。このことから、バームが礫のストックとして形成され陸側への波の侵入のバリアとなり抵抗すると



図2 層の砂礫構成の違いによる崩れ易さ

(左：浜松篠原海岸 No. 161、右：富士海岸 No. 51)

もに、バームを越える波によって徐々に陸へと供給され、陸側へは流れに乗り易い扁平な石が多く到達するメカニズムが想定できる。

(2) 混合比率と層の安定性

掘削して観察する壁面は垂直から若干傾斜した状態となる。この壁面を刷毛で整正すると、粒度が揃った礫の層は小さな衝撃によって崩壊する(図2左)。一方で、砂を含んだ層の礫は、大きなものであっても埋まり込み安定している(図2右)。図2右は、図3の中段の測線である。ここは、離岸堤に挟まれ砂の供給が期待できない区間である。この混合比率の差による安定性の違いは、海岸の侵食し易さにも関係する。

図3は静岡・清水海岸で得られた粒度特性のうち、砂と礫が半々に拮抗している試料グループである。Aが頭についた試料は漂砂系末端の砂嘴である三保崎、No.がついたものが安倍川河口近傍、このグループは何れも堆積状態の層であったと考えられる。一方で、図4に示したものは礫が主体の試料グループである。Sがついたものは、三保崎とその中間の侵食が深刻な区間である。図4において、安倍川近傍は礫の供給源

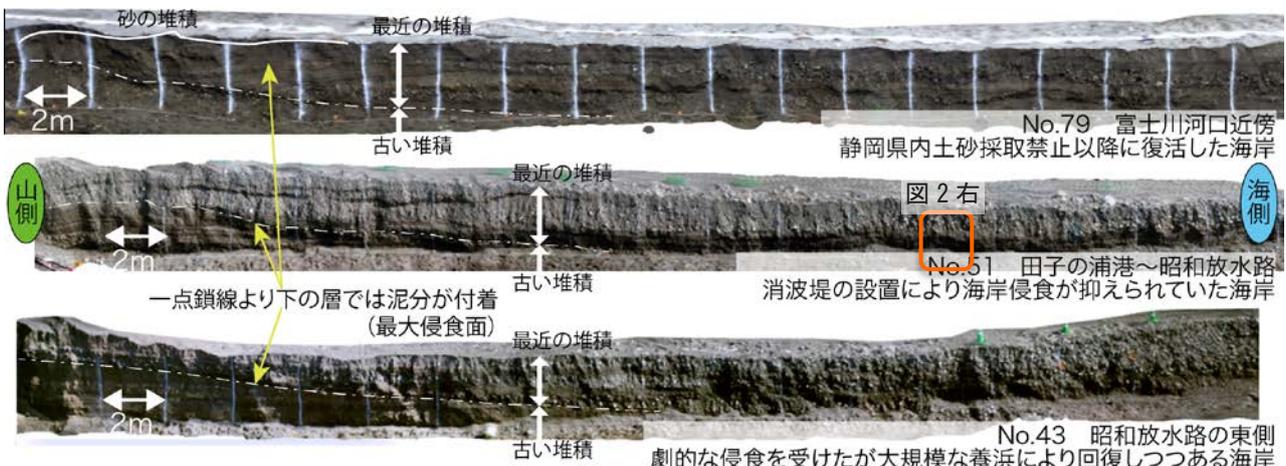


図3 断面の比較(富士海岸)

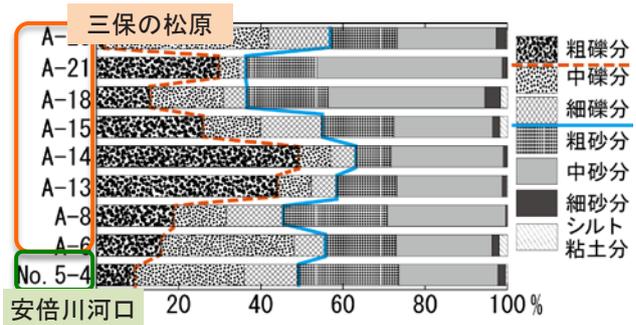


図4 礫と砂の比率が拮抗している試料

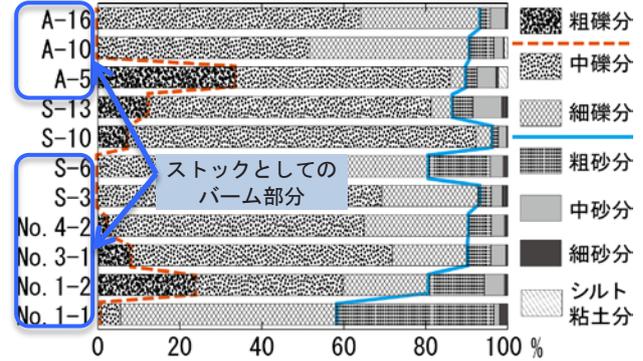


図5 礫の比率が高い試料

側のストックとしてのバーム、三保崎も同様に沿岸漂砂量低下することによる堆積状況により形成されるバーム部分のものである。これに対して、中間部のSでは深部までが礫が主体となっている。

【成果の活用】

トレンチ調査の結果から、砂が重要な役割を担っており、現地に残存する砂の量や動きを把握して、養浜を実施することが必要であることが分かった。また、堆積層に含まれる礫の分布状況から礫が堆積する過程を想定した。この想定においては、汀線付近に形成されるバームが重要な働きをしている。

今後の課題として、養浜工法の設計法確立のために、バームの形成と礫の拡散や海浜の安定性について解明する必要がある。

波浪うちあげ高予測・観測技術の高度化に関する研究

Study on advancement of technologies for wave runup forecast and observation

(研究期間 平成 27 年度)

河川研究部 海岸研究室

River Department
Coastal Division

室長
Head
主任研究官
Senior Researcher
研究官
Researcher

諏訪 義雄
Yoshio SUWA
竹下 哲也
Tetsuya TAKESHITA
姫野 一樹
Kazuki HIMENO

It is necessary for people who take refuge by a sudden tide level rise to need predicted data of tide level and wave runup as well as observational data. NILIM has a wave runup forecast system which is able to predict tide level and wave runup. But the system has trouble reducing a difference between predicted data and observation data. In this study, we improved the system for correcting predicted data and surveyed observation devices having weather resistance and cost performance.

[研究目的及び経緯]

(1) 潮位波浪の観測情報と予測情報

2015 年 5 月に水防法が改正され、都道府県は、高潮時における水位情報として「高潮特別警戒水位（以下、警戒水位という）」の設定が可能となり、観測潮位が警戒水位を超えた場合、住民に周知できることとなった。

なお、東京湾奥の葛南港を対象に、室戸台風級の想定台風で高潮計算を行ったところ、高潮注意報基準水位(T.P.1.8 m)から計画高潮位(T.P.4.6 m)まで約 3 m の高さをわずか 1 時間で潮位上昇する結果となった(図 1)。台風の規模や移動速度、警戒水位の高さ設定にもよるが、観測潮位が警戒水位を超過してから計画高潮位に到達するまで 1 時間を切る場合が想定され、防災担当者や住民は短時間での避難対応が求められる。

このため、実務的には観測潮位が警戒水位を超過する以前に、避難に時間を要する者への早期避難の呼びかけ等の事前準備が必要であり、それには観測情報とともに、潮位波浪の予測情報の活用が有効である。

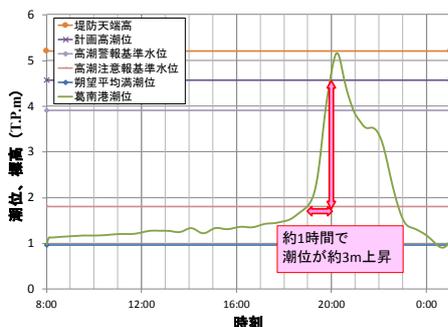


図 1 想定台風での高潮計算結果 (葛南港)

潮位波浪の予測情報として、国総研海岸研究室では 2007 年より「波浪うちあげ高予測システム」(図 2)を試行運用しているが、予測値と観測値の乖離が課題となっており、予測値と観測値の差を小さくするためのシステム改良が必要である。

(2) 潮位波浪の観測データの必要性

警戒水位の設定・運用や、予測システムの精度向上にはできるだけ対象海岸に近い観測所でのデータが必要であるが、観測所の新設に係るコストや、悪天候下での観測能力が求められる。

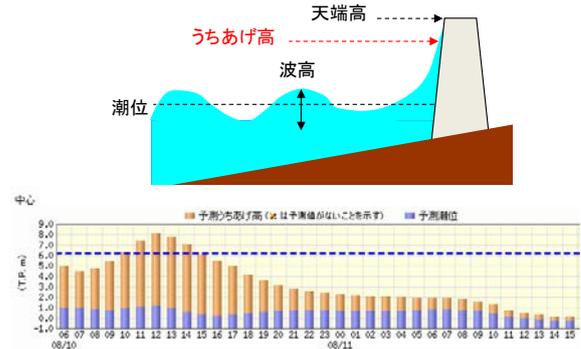


図 2 波浪うちあげ高予測システム

[研究内容]

以上を踏まえ、下記の研究を実施した。

- ・高潮時の警戒避難を支援するため、波浪うちあげ高予測システムの観測値補正に関する研究
- ・悪天候下でも低コストで波浪等が観測できる観測技術に関する調査

[研究成果]

(1) 波浪うちあげ高予測システムの観測値補正

a) 観測値補正の方法

予測値と観測値の差を小さくするには、予測値を観測値で補正する手法がある(図3)。補正には表1の3つの方法があり、予測システムには表1の補正方法のプログラムが搭載済であるが、リアルタイム又は1~2年間蓄積された潮位波浪の観測値が必要となる。

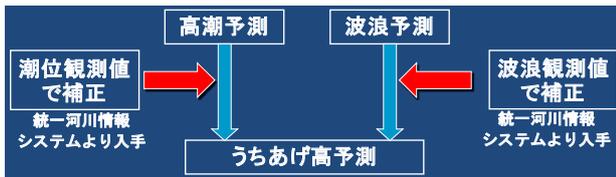


図3 波浪うちあげ高予測システムの観測値補正

表1 観測値による予測値の補正方法

補正方法	特徴
カルマンフィルタ	・リアルタイム観測値のみで補正
回帰分析	・回帰式の係数の設定に1~2年の観測値の蓄積必要 ・リアルタイム観測値必要なし
最適内挿法	・重み係数(予測地点と観測地点の関係)の設定に1~2年の観測値の蓄積必要 ・重み係数とリアルタイム観測値で補正

b) 統一河川情報システムとの結合による観測値導入

河川水位観測所データを取り扱う「統一河川情報システム」は、一部の潮位波浪観測所のデータが閲覧できるため、当該システムと波浪うちあげ高予測システムの結合による観測値導入の検討を行った(図4)。

統一河川情報システムからの観測値データ量が約57Mbyte/日に対し、波浪うちあげ高予測システムが通常取り扱う気象庁の予測情報は200~400Mbyte/日であるため、システム上、観測値補正が可能であることを確認した。また、将来の処理データ量の増大を考慮し、計算時間を半分にするシステム改良も行った。

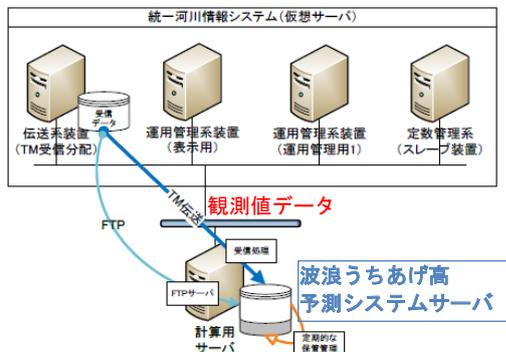


図4 統一河川情報システムと波浪うちあげ高予測システムとの結合

(2) 波浪等の観測技術に関する調査

波浪等の観測技術について、観測機器メーカーのヒアリングや文献調査を実施し、耐候性と設置コストの比較と特徴を整理した(図5、表2)。

調査の結果、どの観測技術も一定のコストがかかることや、メリット・デメリットがあることから、警戒避難の観点では、例えば、CCTVカメラやTwitter等のソーシャルセンサを通じた定性的把握も併用しつつ、必要な箇所でのスポット計測機器の設置を進めることが考えられる。また、船舶安全等でレーダによる面的計測を実施又は予定の箇所については、当該面的計測を有効活用することが考えられる。

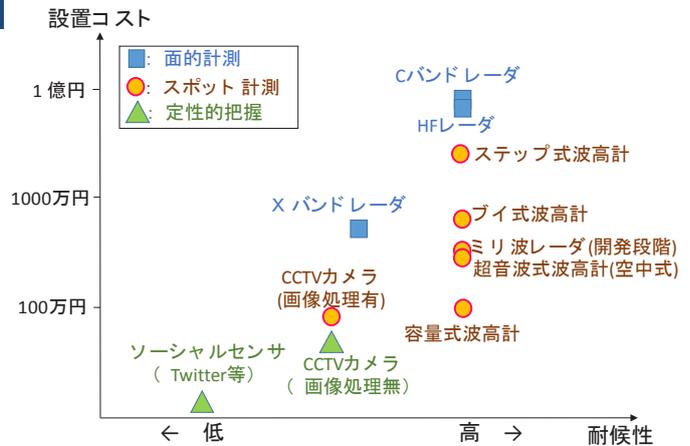


図5 観測技術の耐候性・コスト比較

表2 観測技術の特徴整理

計測方法	特徴
面的計測	・広域の状況把握が可能だが、波高を数値化するための情報処理必要 ・直立護岸等でのうちあげ高計測困難 ・観測機器の設置コスト高い
スポット計測	・観測機器1つ当たりの設置コスト安い ・広域の状況把握ができない ・リアルタイムで波高やうちあげ高計測可能(潮位の場合、データ処理必要) ・CCTVカメラの場合、波高データにするための画像処理必要
定性的把握	・波高データとして定量的な情報入手はできないものの、画像や文字情報を通じて、波が高い状況を定性的に把握 ・観測機器の設置コスト不要又は低い ・天候に左右される(人の知覚等)

[成果の活用]

本研究成果を踏まえ、2016年度にも統一河川情報システムと波浪うちあげ高予測システムと結合し、観測値補正の試験を行う予定である。

また、本研究で調査した観測技術について、海岸管理者に対して情報提供を行い、警戒避難のための観測体制の強化を促していく予定である。

津波防災地域づくりにおける自然・地域インフラの活用に関する研究

Creation of tsunami disaster prevention regions using natural and regional infrastructures

(研究期間 平成 26～28 年度)

河川研究部 海岸研究室

室 長	諏訪 義雄
主任研究官	原野 崇
主任研究官	竹下 哲也
研 究 官	浜口 耕平

[研究目的及び経緯]

本研究は、津波の来襲が予想される地域における避難の可能性を早急に高める手段として、津波減災効果を有する自然地形や歴史的地物（自然・地域インフラ）を活用した津波防災地域づくりの実現を目指し、そのために必要な、自然・地域インフラが有する減災効果と効果の発揮限界の評価方法を確立することを目的とする。

平成 27 年度は、昨年度に引き続き津波越流による砂丘等の侵食過程を把握するために、根系を含む現地土壌供試体の採取を宮城県岩沼市、千葉県白子町および静岡県袋井市で実施し、得られた 5 検体を使用して、高流速実験水路を用いた津波越流侵食実験を実施した。また、昨年度収集した津波減災効果が期待される自然・地域インフラの事例を公表する為のホームページの作成を行った。また、数百年前に津波の被害を受けて建設された海岸堤防が、現存する事例と取り壊されてしまった事例があることから、現地でヒアリングを実施し、自然・地域インフラが継承される為の条件と取り壊されてしまった背景を調査した。

粘り強い海岸堤防の照査手法に関する調査

Research on verification methods of the resilient structure against overflow for coastal dikes

(研究期間 平成 27～28 年度)

河川研究部 海岸研究室

室 長	諏訪 義雄
主任研究官	竹下 哲也
研 究 官	姫野 一樹

[研究目的及び経緯]

地球温暖化に伴い、海岸堤防の設計条件を上回る潮位や波浪の発生が想定され、これらの超過外力による越波や越流に対して、海岸堤防を粘り強く強化する方法や、堤防背後の住民避難のための家屋倒壊危険ゾーンの設定が求められる。しかし、海岸堤防の設計条件を上回る波浪等は既存の照査手法の適用範囲外であることから、実験や解析により照査手法を確立する必要がある。

本年度は、実験用水路（長さ 150 m、幅 0.6 m、深さ 1.5 m）に、縮尺 1/30（高さ 0.05～0.30 m：実寸 1.5～9 m 相当）の堤防模型（表法勾配 1:0.5 及び 1:1、裏法勾配 1:1）を設け、堤防天端付近に水位（潮位）がある条件で、外洋と内湾の波を想定した越波実験を実施し、越波流量や越波範囲の測定や、移動床による堤防裏法尻の洗掘状況の確認を行った。本年度で得られたデータを踏まえ、次年度において解析等を行い、照査手法の確立を図る予定である。

海岸保全施設耐震照査に関する調査

Research on Verification Methods of earthquake resistance countermeasures of Shore Protection Facilities

(研究期間 平成 27～28 年度)

河川研究部 海岸研究室

室 長 諏訪 義雄
主任研究官 竹下 哲也
研 究 官 姫野 一樹

[研究目的及び経緯]

平成 27 年 2 月の海岸保全施設の技術上に基準改定に伴い、設計津波を引き起こす地震動による耐震照査が位置づけられたことを踏まえ、海岸管理者が現場条件にあった適切な対策を選定できるように、また対策によって構造が複雑化する堤防の耐震性能を正しく評価できるようにするためにはガイドライン類の整備による技術的な支援が必要となる。平成 7 年 4 月に策定された海岸保全施設耐震点検マニュアルは、東日本大震災等を踏まえた新たな耐震設計の知見が反映されていない状況であり、平成 25 年 10 月の「公共土木施設等における地震・津波対策の実施状況等に関する会計検査の結果について」において、本マニュアルの準用元規定が改定されているとの指摘を受けている。

本年度は、海岸堤防等の耐震照査マニュアルの整備のために、「設計津波を引き起こす地震動による照査」を行うための課題検討として、L1 地震動・L2 地震動に対する照査の最新の知見を整理するとともに、海岸保全施設の地震による変形事例の収集を行った。

津波による樹木の侵食過程に関する水理実験等

Hydraulic and numerical experiments of erosion process on coastal forest caused by tsunami

(研究期間 平成 27～28 年度)

河川研究部 海岸研究室

室 長 諏訪 義雄
主任研究官 原野 崇
研 究 官 浜口 耕平

[研究目的及び経緯]

本研究は、津波に対して減災効果を有するとされる樹林等の減災効果とその発揮限界を明らかにすることを目的として、水理実験及び数値実験等によって樹林等の根系による砂丘の侵食抑制効果とその効果の発揮限界の評価方法の確立を目指す。

平成 27 年度は、昨年度実施した根系を含む現地土壌供試体による高流速実験水路を用いた津波越流侵食実験と現地での根毛量調査の結果を、数値モデルに実装し、堤防の被災状況を考慮した津波による地形変化の数値実験を行った。堤防の被災状況は、越流直後に全壊する場合と一部残存する場合（実績）の 2 通り実施したほか、樹木の影響を考慮しない場合の計算も行った。数値実験上では、東日本大震災の津波で一部の陸地が残存した陸前高田市の高田海岸においては、被災したものの一部残った堤防が、陸地の残存に寄与しているとともに、幹折れ後の樹木の根系も陸地の残存に寄与していたことがわかった。

高潮浸水計算に関する調査

Research on the assumptions of storm surge inundation

(研究期間 平成 26～27 年度)

河川研究部 海岸研究室

室 長 諏訪 義雄
主任研究官 竹下 哲也

[研究目的及び経緯]

2005 年の米国におけるハリケーン・カトリーナや、2013 年のフィリピンにおける台風ハイヤンなど、世界各地で大規模な高潮災害が発生している。我が国においても、1959 年の伊勢湾台風など過去に大規模な高潮災害が発生しており、人口・資産が集中し、ゼロメートル地帯となっている三大湾などでは今なお高潮災害リスクが高い状況である。

このため、高潮災害リスクに対する警戒避難体制の強化の観点から、2015 年 5 月に水防法が改正され、高潮浸水想定区域図作成が制度化されるとともに、同年 7 月には「高潮浸水想定区域図作成の手引き Ver. 1.00」が国より公表された。

本研究では、上記手引きの策定に際して技術的な支援を行うとともに、想定台風の移動経路の設定や、天文潮の時間変化を考慮した排水計算など、手引きの計算手法について適用可能性の確認を行った。また、手引きでは想定台風に加え低気圧やうねり性高波事象を外力として設定することとされているため、高潮浸水計算用に、2014 年 12 月根室高潮や 2008 年 2 月富山湾寄り回り波等の低気圧の時系列データセットの作成を行った。

サンゴ等を活用した海岸保全手法に関する調査

Research on Method of Coastal Prevention using Coral Ecosystem

(研究期間 平成 26～27 年度)

河川研究部 海岸研究室

室 長 諏訪 義雄
主任研究官 野口 賢二

[研究目的及び経緯]

礁池内における波・流れ共存場の水理学的メカニズムの解析及び礁池内漂砂系へのサンゴ砂礫等（サンゴ砂礫及び有孔虫遺骸）の供給を考慮したサンゴ砂礫等の移動堆積の全体像の把握を可能とすることにより、自然の営力を活用した海岸保全を実現するために河川砂防技術研究開発制度により採択された研究課題の研究代表者である東京大学へ研究を委託した。

2 年間で得られた成果は、以下の通りである。モデル州島であるバラス島におけるサンゴ砂礫収支を、サンゴ礫の生産ポテンシャル $200\text{m}^3/\text{年}$ 、リーフ上のサンゴ砂礫の現存量 $1.4 \times 10^4 \text{m}^3$ 、島の体積 850m^3 、バラス島からの砂礫の流出量 $12 \text{m}^3/\text{年}$ と見積もった。さらにバラス島の現地調査からサンゴ礫の集積特性と州島の形成メカニズムの分析を行った。次に州島形成過程を再現する室内実験を行い、実験および現地調査から得た知見に基づき、サンゴ礫集積モデル(広域モデル)および州島形成モデル(詳細モデル)を構築し、その再現性を確認した。また、砂礫固化メカニズムについて、石垣島、西表島のビーチロック調査と室内実験より、固化促進に必要なパラメータ（細粒分・有機化合物・生物機能利用）を抽出した。シアノバクテリアの機能を用いた固化促進実験では 3 か月間でセメント様物質を形成し、シアノバクテリアを用いない場合と比較して約 3 倍の強度を確認した。

河川環境データベースの活用及び適切な観測・分析方法に関する検討

Study on observation and analysis methods and appropriate use of river environment database

(研究期間 平成 25～27 年度)

河川研究部
河川研究部 水循環研究室
River Department
Water Cycle Division

室長
Head
研究官
Researcher

川崎 将生
Masaki KAWASAKI
大谷 周
Amane OHTANI

This study is to establish the way for more efficient water quality investigation based on the statistical analysis of the accumulated data.

[研究目的及び経緯]

河川における水質調査は、良好な水環境の保全・整備を行う上で必要な調査であり、国土交通省（旧建設省）では旧水質二法が制定された 1958 年以降、長期にわたり実施されてきた。現在は、2005 年に作成された河川水質調査要領（案）に基づき、それぞれの調査対象水域について、調査目的を明らかにした上で、調査地点、項目、頻度等を定めた河川水質調査計画（以下、調査計画）を策定し、最低 5 年に 1 回は計画の見直しを行いながら、調査を実施することとされている。

昨今では、安全な水環境の維持・創出のため、様々な水質項目について環境基準等が追加されるなど、水質調査の重要性はますます高まっている。一方で、河川管理のコスト縮減を背景として、水質調査にかけられる予算にも制約があるため、調査の効率化が求められている。

調査の効率化にあたっては、闇雲に調査項目や調査回数を減じるのではなく、得られるデータについて、従来通りの連続性と信頼性の確保を図りつつ、地域における汚染源の改廃や土地利用動向を踏まえ、効率化導入の効果と影響を評価した上で実施する必要がある。

そこで、本研究では長年観測され、河川環境データベースに掲載されてきた水質調査のデータの統計分析結果と対象流域に関する諸データを活用し、適切な観測と分析を行うべく研究を実施した。水質調査の効率化の導入に関しての考えかたについては環境省から 2009 年に公表された「公共用水域測定計画策定に係る水質測定の効率化・重点化の手引き」に示されている調査効率化の考え方を参考にした。

[研究内容]

(1) 水質データの変動要因の把握

水質特性について、流域の概要（流域図、流域内人

口の変遷、土地利用、水利用の状況等）、水質調査状況（水質調査地点、調査項目、調査期間等）、水質の概要と水質対策状況（下水処理場の運用、その他水質対策の取組等）及び水質調査地点間の流域の変化と水質変動の関係を整理した。

(2) 全国的な水質変動の調査 分析

全国 1 級河川の水質調査地点で観測されている、BOD、T-N、T-P、SS、大腸菌群数について時系列の水質データから短期変動（スパイク・シフト）、周期変動、長期変動についての分析を行った。また、健康項目、要監視項目について全調査地点に対する定量下限値・指針値超過地点数及び全検体数に対する定量下限値・指針値超過検体数を整理した。

(3) 調査回数、調査項目等の効率化に関する机上検討

千曲川を対象に前述の手引きに記載されている内容に従い、国土交通省所管の調査地点を対象に健康項目・要監視項目及び生活環境項目に係わる水質調査の調査頻度、調査項目についての効率化を既存のデータを元に机上検討を行った。

[研究成果]

(1) 水質調査の効率化判定フロー

調査項目毎、地点毎に、水質の測定値が基準値等を満足しているか、当該地点上流域に汚染源がないか等、効率化検討の手順を明確化し、図-1 に示すフローチャートを作成した。この手順に沿って検討することにより、最終的に採用できる効率化手法（調査項目の削減、ローリング調査の導入、調査頻度の削減など）を見出すことができる。

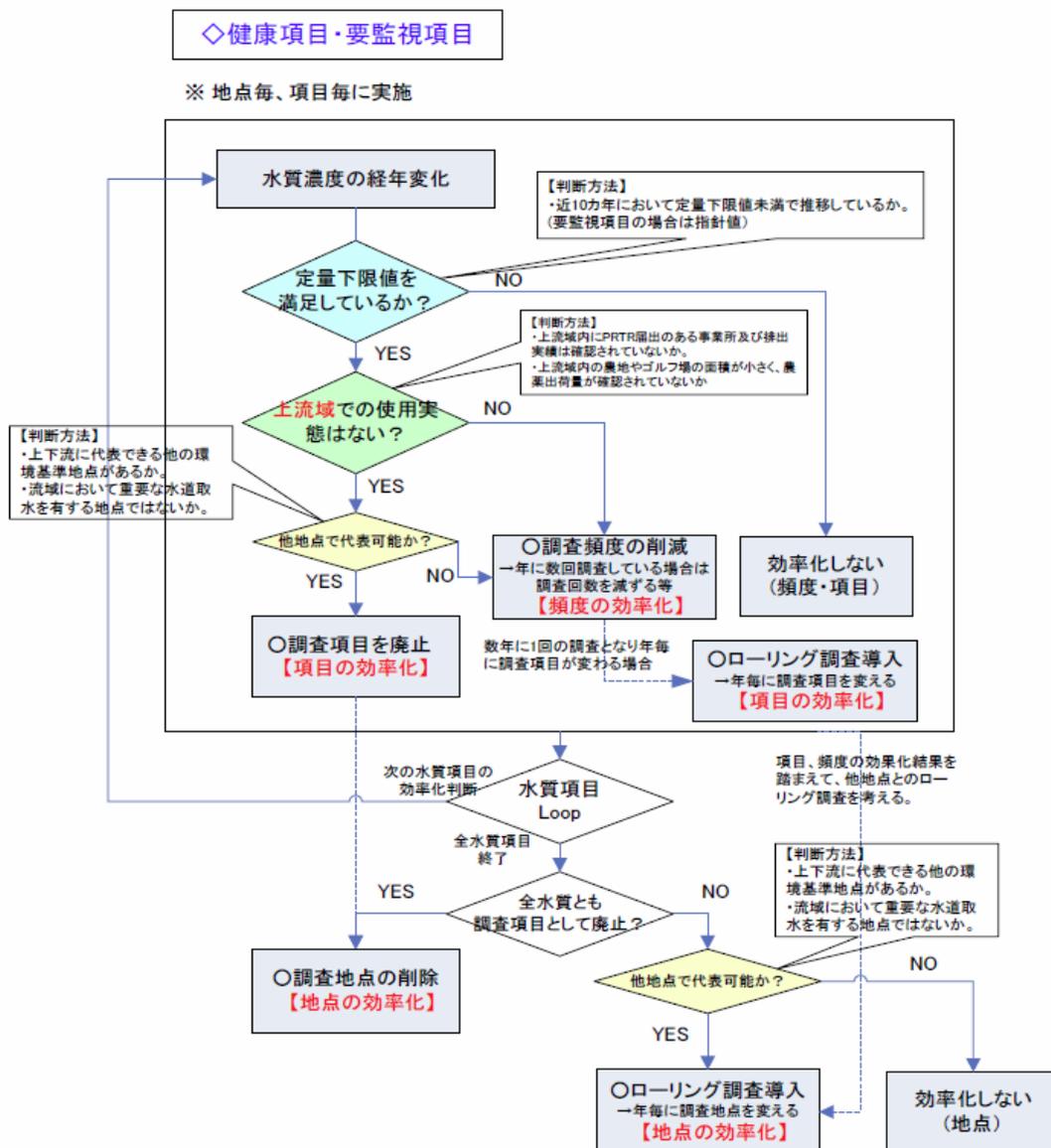


図-1 健康項目・要監視項目の効率化判定フロー

(2)水質データ自動分析ツール

判定材料の中には、長期間の水質データの統計分析が必要となるものがある。そこでこの分析を容易に実施できるよう、2つの自動分析ツールを作成した。一定期間、定量下限値を下回っているか/環境基準を満足しているかを把握するための「定量下限値等継続期間分析ツール」、及び、水質の長期変動、短期変動、周期変動などの変動特性を把握するための「変動特性分析ツール」である。これらのツールを使用して、全国の水質調査結果を分析したところ、多くの地点で10年以上にわたって定量下限値未満、もしくは指針値未満で推移している調査項目が複数見られることから、調査効率化の可能性がある調査項目、調査地点が多く潜在することがわかった。

[成果の活用]

本研究で作成した支援ツールについては、今後、現場において適用性を検証の後、各関係者に配布の予定である。

気候変動によるダム貯水池水質への影響把握

Research on impact on the water quality of the dam reservoir by climate change

(研究期間 平成 24～26 年度)

河川研究部 水循環研究室
River Department Water Cycle Division

室長 川崎 将生
Head Masaki KAWASAKI
主任研究官 西村 宗倫
Senior Researcher Sorin NISHIMURA

This research is research on estimating the impact on the water quality of the dam reservoir by climate change

【研究目的及び概要】

気候変動に関する政府間パネル (IPCC) の第 5 次評価報告書においては、将来、温室効果ガスの排出量がどのようなシナリオをとったとしても、世界の平均気温は上昇し、21 世紀末に向けて気候変動の影響のリスクが高くなると予測されている。こうした見解を受け、中央環境審議会は 2015 年 3 月に「日本における気候変動による影響の評価に関する報告と今後の課題について (意見具申)」において、気候変動が日本にどのような影響を与えうるのか、また、その影響の程度、可能性等 (重大性)、影響の発現時期や適応の着手・重要な意思決定が必要な時期 (緊急性)、情報の確からしさ (確信度) がどの程度であるかを科学的観点から取りまとめた。しかしこの中で、気候変動による降水量や降水の時空間分布の変化に伴う河川流量の変化や極端現象の頻度や強度の増加による湖沼・ダム貯水池の水環境への影響については、具体的な予測の研究事例は確認できていないとされている。

そこで、本研究においては、図 1 に示す研究フローに基づき、4 つのケーススタディダム (釜房ダム・耶馬溪ダム・寒河江ダム・早明浦ダム) に対して、図 2 及び 3 に示す流域の流出・利水モデル、ダム貯水池の水質モデルを構築し、これに気候モデルによる現在および将来気候の出力結果を入力することで、気候変動によるダム貯水池の水質・水温への影響を試算すると

ともに、現在と将来の水質の変化を解消するための水質改善対策について検討を行った。

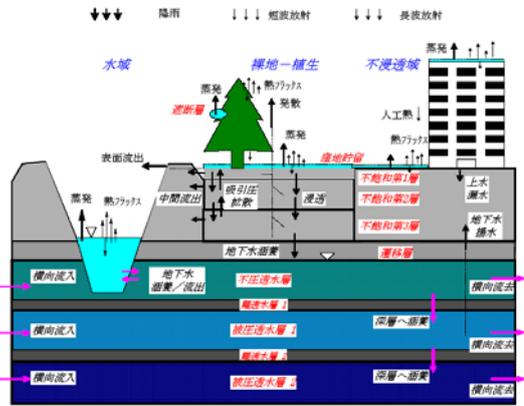


図 2 流出モデルの概念図

(出典 WEPモデル (水循環解析ツール) 解説書)

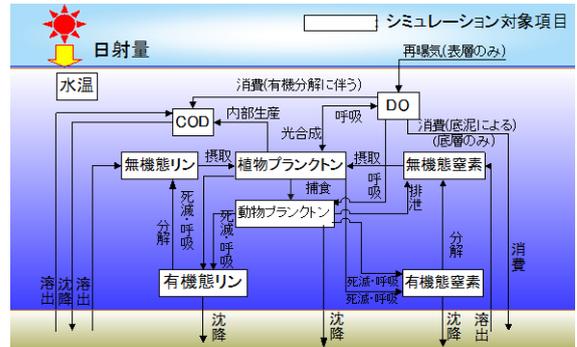


図 3 水質モデルの概念図

1. 検討対象とするケーススタディダムの選定
- ↓
2. 流出・利水モデル及び水質解析モデルの作成
- ↓
3. 気候変動によるダム貯水池の水質変化試算
- ↓
4. 気候変動によるダム貯水池の水質影響への適応策の整理
- ↓
5. 気候変動による水質変化と適応策のまとめ

図 1 研究フロー

1. 検討結果

4 つのケーススタディダムについて、それぞれ流域の流出・利水モデル、ダム貯水池の水質モデルを構築した。これらのモデルに、現在気候及び RCP2.6~8.5 の 6 ケースの将来気候に対する気候モデルの出力結果をバイアス補正して入力することにより、気候変動によるダム貯水池の水質・水温への影響を試算した。試算例を図 4 ~ に示す。

試算結果については、気候変動によりダム貯水池に

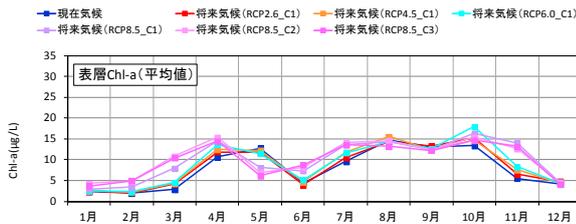


図5 表層 Chl-a (平均値) [釜房ダム]

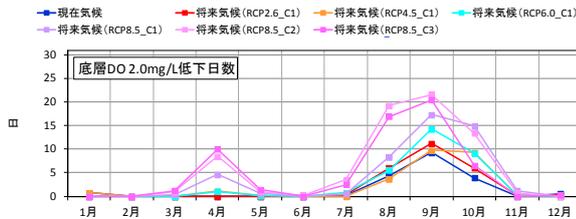


図6 底層 DOが2mg/Lを下回る日数 [耶馬溪ダム]

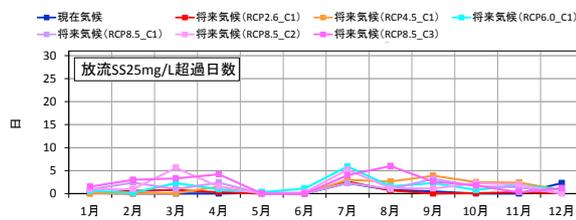


図7 放流 SS25mg/L 超過日数 [寒河江ダム]

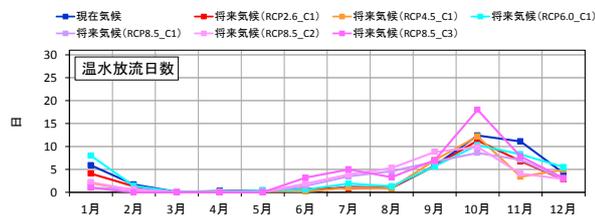


図8 温水放流日数 [寒河江ダム]

生ずる可能性のある水質変化現象として、「藻類増殖」、「底層水質悪化」、「濁度の上昇」、「水温の上昇」に分類して整理した。その傾向を、以下の(1)～(4)に示す。また、この現在気候と将来気候の水質の変化分を解消することを目標として、選択取水設備、曝気循環設備等、従来採用されている水質改善対策の導入(既存設備の運用変更や増強を含む)を基本とした対策を設定し効果を試算したところ、その有効性が見出された。

(1) 藻類増殖

ケーススタディダムにおいては、気候変動により、平均年降水量はやや増減するものの、気温上昇による蒸発散量も増大するため、平均年総流入量が顕著な増加を示すケースはほとんどなかった。そのため、流入負荷量が顕著に増加するケースも

ほとんどないと考えられ、全体的には、藻類増殖に顕著な変化は見られなかった。ただし、釜房ダム、耶馬溪ダムにおいては、気温上昇に伴う水温上昇により藻類増殖期が早期化・長期化する場合が見られた。

(2) 底層水質悪化

ケーススタディダムのうち耶馬溪ダム、寒河江ダムにおいては、気候変動により、水温上昇に伴う有機物分解のための酸素消費量が増加し、底層の貧酸素化の進行が見られた。

(3) 濁度の上昇

ケーススタディダムのうち寒河江ダムにおいては、気候変動により、発生頻度は低いダムへの流入量規模の増大やダムの流出土砂の特性から、濁度の上昇が見られた。

(4) 水温の上昇

ケーススタディダムにおいては、気候変動により、気温上昇に伴って貯水池内水温が上昇するが、ダム流入水温も上昇するため、ダムの流入水温変動幅に対する現状の温水放流日数からの顕著な増加は見られない。ただし、耶馬溪ダム、早明浦ダムにおいては、選択取水設備の現状の運用ルールを継続した場合、若干の冷温水放流の増加が見られた。

2. おわりに

国土交通省が2015年11月に策定した「国土交通省気候変動適応計画」においては、気候変動やその影響の継続的なモニタリングが必要不可欠とされ、適応策を適切に講じていく基盤として、観測・監視体制、気候変動予測・リスク評価等の充実強化を図ることが位置づけられた。

更に、ダム貯水池の水環境に対する気候変動適応策については、選択取水設備、曝気循環設備等の水質保全対策を引き続き実施するとともに、気候変動に伴う水質の変化に応じ水質保全設備の運用方法の見直し等を検討することとされた。

これらを受けて、気候変動に対して順応的に適応策講じていくためには、ダム貯水池の水質保全対策に係る検討・実施・効果検証のマネジメントサイクルを充実・強化することが重要と考える。

なお、本研究のプロセスや考察等を含めて、詳細な内容については、国総研資料No. 856 気候変動によるダム貯水池の水質への影響に関する研究(2015年8月)に取りまとめたところである。

Cバンド MP レーダ初期調整業務

Adjustment of C-band polarimetric radars

(研究期間 平成 27 年度)

河川研究部 水循環研究室

室 長 川崎 将生
研 究 官 土屋 修一
研 究 官 山地 秀幸

[研究目的及び経緯]

国土交通省では、近年頻繁に発生している内水・外水被害の軽減に向け、MP レーダによる雨量監視体制の高度化を進めている。本研究は、レーダ雨量の算定手法の高度化により、Xバンド MP レーダ、Cバンド MP レーダの観測技術の確立及び観測精度の向上を図ることを目的とする。

平成 27 年度は、C+X 合成雨量の試験配信に向けて必要な精度を確保するために、MP 化された C バンドレーダである高鈴山・聖高原・羅漢山・城ヶ森山・深山・国見山・大和山・白鷹山レーダを対象に、観測データの品質算定、雨量算定係数の同定を行った。

観測データの品質算定及び雨量算定係数の同定を行ったレーダについては、CMP レーダ雨量及びC+X 合成雨量の精度検証を行い、この検証結果を MP レーダ雨量情報の試験配信に反映させる。

MP レーダ雨量情報の配信に係る検討

Study of precipitation information distribution by C-band and X-band polarimetric radars

(研究期間 平成 25～27 年度)

河川研究部 水循環研究室

室 長 川崎 将生
研 究 官 土屋 修一
研 究 官 山地 秀幸

[研究目的及び経緯]

国土交通省では、近年頻繁に発生している内水・外水に対する監視体制を強化するために、MP レーダによる雨量観測網の拡大に取り組んでいる。本研究は MP レーダによる雨量情報の配信に向け、Cバンド MP レーダの雨量算定手法、レーダ雨量の高精度化、Cバンド MP レーダ及びXバンド MP レーダの合成技術を確立し、データ処理局にシステムを実装することが目的である。

平成 27 年度は、MP レーダ雨量情報の試験配信に向け、Cバンド MP レーダデータの解析処理機能を持つCバンド MP レーダデータ解析処理システム及びCバンド MP レーダデータ・Xバンド MP レーダデータの合成処理機能を持つCMP・XMP レーダデータ合成処理システムを作成し、MP レーダデータ解析・合成処理システムを構築した。

構築したCバンド MP レーダデータ解析処理システム及びCMP・XMP レーダデータ合成処理システムについては、安定して動作することを確認した上でデータ処理局に実装し、MP レーダ雨量情報の試験配信に反映させる。

水理水文解析ソフト共通基盤の拡充（CommonMP）

Improvement of Common Modeling Platform for hydraulic and hydrological analysis (CommonMP)

(研究期間 平成 22 年度～平成 27 年度)

河川研究部 水循環研究室

室 長 川崎 将生
主任研究官 菊森 佳幹
研 究 官 大谷 周

[研究目的及び経緯]

国土技術政策総合研究所は、平成 19 年度から河川・流域の様々な水・物質循環の素過程を再現することのできる要素モデルを組み合わせ、流域モデルを構成し、河川・流域の水・物質循環を解析することのできるソフトウェアである水・物質循環解析ソフトウェア共通プラットフォーム（CommonMP: Common Modeling Platform for water-material circulation analysis）を開発している。また、国総研は、国土交通省水管理・国土保全局や土木学会等とともに CommonMP の開発・普及のためのコンソーシアム（CommonMP 開発・運営コンソーシアム）を結成しており、事務局としてその運営に当たっている。

平成 27 年度は、機能更新として演算制御方式の改良を加えやすくするために、64bit の共通プラットフォームについて、演算機能に特化した演算コアと演算制御用のプログラム・インターフェースからなる CUI（コマンドライン・ユーザ・インターフェース）版プラットフォームを実装した。

上記の機能更新により操作性、利便性を高めつつ、河川事業の実務への CommonMP の普及促進をさらにすすめるため、**ダム貯水池流入量予測プログラム及び、ダムの治水効果の算出のための演算プロジェクトを作成した。**また、職員の河川管理に関する技術力向上を目的として、国土交通大学や地方整備局で研修・講習会を実施した。

ダム操作の高度化検討

Improvement of dam flood control

(研究期間 平成 26～27 年度)

河川研究部 水循環研究室

室 長 川崎 将生
主任研究官 猪股 広典

[研究目的及び経緯]

既設ダムについては、ダムの洪水調節能力を最大限活用するための操作の方法について検討が必要と考えられている。今年度は、事前放流、異常洪水時防災操作および特別防災操作の導入可能性についてダム毎に現行のダム操作規則等を点検するための手順について検討した。

レーダ情報を活用した流出計算の高精度化に関する調査

Research on improving the accuracy of the runoff calculation utilizing the radar information

(研究期間 平成 25～27 年度)

河川研究部 水循環研究室

室 長
研 究 官
研 究 官

川崎 将生
土屋 修一
山地 秀幸

[研究目的及び経緯]

洪水予測システムが、各地整等で導入されているが、洪水毎に精度のばらつきが大きい、水位立ち上がりやピークを捉えられていないといった課題がある。本研究は、これらの課題を解決し実用的な洪水予測モデルを確立することを目的とする。

平成27年度は、一次元不定流モデルと分布型流出モデルを組み合わせた洪水予測モデルに河川構造物モデルを組み込み、洪水予測シミュレーションの再現性の向上を図ることができた。また、粒子フィルタによる多点水位観測データの同化方法を、上流の水位観測データから下流の水位予測地点に向けて順次同化する方法検討し、洪水予測シミュレーションの予測精度の向上を図ることができた。

ダム貯水池水質保全対策指針（案）の作成

Creation of the draft of the guideline for dam reservoir water quality conservation measures.

(研究期間 平成 27～29 年度)

河川研究部 水循環研究室

室 長 川崎 将生
主任研究官 西村 宗倫

[研究目的及び経緯]

ダム貯水池では、富栄養化現象、冷・温水現象、濁水長期化現象等の水質変化現象が発生する場合があるが、これらに対しては、個々に情報収集を行い、試行錯誤しながら対策を進めているのが現状である。本調査は、これまでに蓄積された技術を継承し、水質改善対策の一層の効率的・効果的に実施するため、これまでの水質改善対策をレビューし、その中の優良事例を抽出し、その検討プロセスを体系的とりまとめ、指針案を作成するものである。

平成 27 年度においては、全国の国土交通省及び水資源機構管理ダムを対象に、水質保全対策の実施状況を調査するとともに、これらの水質保全対策を実施するに至った、水質変化の現象把握や原因の究明の手法、対策の検討手法、更には対策の詳細な運用ルールの設定手法や、効果を把握するためのモニタリング計画の手法等のレビューを行った。これをもとに、水質変化現象の調査、水質対策の実施、水質対策後のモニタリングに至る PDCA サイクルを検討プロセス素案として整理するとともに、水質対策の選定フロー素案を作成した。

水災害に対する観測・分析・予測技術の開発及び導入等

Development and implementation of observation, analysis and prediction technology for water-related disasters

(研究期間 平成 26～30 年度)

河川研究部 水循環研究室	室 長	川崎 将生
	研 究 官	土屋 修一
	研 究 官	猪股 広典
	研 究 官	山地 秀幸
河川研究部 水害研究室	室 長	伊藤 弘之
	主任研究官	大沼 克弘
	研 究 官	細田 悟史
土砂災害研究部 土砂災害研究室	室 長	國友 優
	主任研究官	神山 嬢子

【研究目的及び経緯】

近年、集中豪雨や局所的な大雨（いわゆるゲリラ豪雨）による水災害や土砂災害が増加する傾向にある。その一方で、様々な水災害・土砂災害に対し確実な防災・減災を図るための災害・予測情報の共有や活用が十分でない。そこで、本研究では、次世代レーダによる雨量情報や降雨予測情報を、実用的な河川水位予測、浸水予測情報、土砂災害予測情報に翻訳し、リアルタイムで提供するための研究開発及びシステム構築を行う。

浸水予測については、浸水予測モデル計算の高速化と、浸水予測に必要なデータの入力・予測結果等のデータ配信を行う基盤システムを構築した。河川水位予測については、洪水予測に必要なデータ取得、洪水予測演算を自動的に行うシステムプロトタイプを構築した。また、洪水の危険性を把握するために必要な情報を利用者視点で検討し、情報項目、内容、表示方法等を整理した。土砂災害予測については、大規模降雨が発生する恐れのある環境場の評価指標、および新たな降雨量指標を作成した。また、危険降雨量設定パラメータの適正化を行い、土砂災害発生・非発生の判別精度向上を図った。

衛星 SAR による地盤および構造物の変状を広域かつ早期に検知する変位モニタリング手法の

開発

Research on the wide and rapid displacement monitoring system for land and infrastructure by Synthetic Aperture Radar

(研究期間 平成 26～30 年度)

河川研究部 大規模河川構造物研究室	室 長	佐々木 隆
	主任研究官	佐藤 弘行
	研 究 官	小野寺 葵

【研究目的及び経緯】

本研究は、広域かつ面的な計測データが得られる衛星画像を活用して、インフラを広域・面的・安価にモニタリングできるように、衛星 SAR 解析により複数構造物の変位を一括してモニタリングする手法を開発することを目的とする。

平成 27 年度は、X バンド衛星 SAR 「CosmoSkyMed」のデータを用いて、東北地方の 3 ダムを対象とした変位解析（干渉 SAR 解析、時系列干渉 SAR 解析、PSInSAR 解析）を実施した。その結果、堤体の変位が線形でかつ観測波長よりも短い場合は 5mm 以下の高い精度で変位計測が可能であることを明らかにした。一方、計測間隔が長い場合において、変位量が観測波長よりも大きい場合には、変位計測精度が悪くなるため、観測波長以上の変位を考慮した変位解析手法を開発する必要がある。H28 年度以降はさらなる精度向上に関する検討等を行う予定である。

ダムの補強手法に関する研究

Research on reinforcement method of dams

河川研究部 大規模河川構造物研究室

(研究期間 平成 26～28 年度)

室 長	佐々木 隆
主任研究官	佐藤 弘行
研 究 官	田中 幸志

[研究目的及び経緯]

本研究は、標準的な設計対策の有無別にダム堤体の耐震照査を行い、設計対策の評価（設計対策の規模、規格、数量、工事費、工期等）を行い、損傷形態と工事費および工期等のマトリクスから、標準的な設計対策の選定フローを作成することを目的とする。

平成 27 年度は、重力式コンクリートダムの複数の補強工による耐震補強効果試算及びその効果の評価、ロックフィルダムの堤体増厚による耐震補強効果の試算及びその効果の評価に関する検討を行った。

ダムの維持管理データベース構築

Construction of management database for dam

河川研究部 大規模河川構造物研究室

(研究期間 平成 25～27 年度)

室 長	佐々木 隆
研 究 官	大越 盛幸
研 究 官	小野寺 葵

[研究目的及び経緯]

本研究は、ダムにおける経年劣化の事例収集、各種管理データの傾向分析を通じて、ダム土木構造物の維持管理を適切に実施するため、基礎データの実装・取扱の容易化・共有化を可能とするデータベース構築を行うことを目的とする。このデータベースを構築することにより、基礎データを長期に渡り積み重ねることが可能となり、さらに他ダムとのデータ比較等を通じて経年劣化傾向の分析が可能となる。

平成 27 年度は、運用を開始しているダム維持管理データベースシステムに集積したデータを分析し、ダム土木構造物の経年劣化傾向の整理を実施した。さらに、既存のダム諸量データベースを統合し、多目的ダム管理年報等のデータについても同時に取り扱えるシステムに改良した。

大規模地震動の設定精度向上に関する検討

Research on improvement of accuracy for designing large earthquakes

河川研究部 大規模河川構造物研究室

(研究期間 平成 26～28 年度)

室 長	佐々木 隆
研 究 官	田中 幸志
研 究 官	小野寺 葵

[研究目的及び経緯]

国土交通省では、平成17年3月に大規模地震に対するダム耐震性能照査指針（案）を発出し、最大級の強さを持つ地震動に対するダムの耐震性能照査の試行が行われているところである。この中で、国土技術政策総合研究所では、設定地震外力の与え方、地震応答解析手法、関連構造物の照査方法等について知見を積み重ね、これらの更なる精緻化及び高度化を目指しているところである。

本研究は、ダムにおける大規模地震動の設定方法の高度化検討の一環で、経験的手法と半経験的手法による推定値と実測値との対応関係について詳細な分析を行うことで両手法の適用性を検討し、設定外力の精度向上に資することを目的とする。

平成 27 年度は、経験的手法（距離減衰式）に用いる回帰データの分類及び詳細分析を行った上で、地震タイプ毎の距離減衰式の試算、海溝型地震における半経験的手法による地震動の試算、経験的手法及び半経験的手法の適用性に関する検討を行った。

大規模地震動に対するダムの耐震性能照査手法の更なる検討

Research on reinforcement method of dams

河川研究部 大規模河川構造物研究室

(研究期間 平成 27～29 年度)

室 長	佐々木 隆
主任研究官	佐藤 弘行
研 究 官	田中 幸志

[研究目的及び経緯]

国土交通省では、平成 17 年 3 月に「大規模地震動に対するダム耐震性能照査指針（案）」を発出し、最大級の強さを持つ地震動に対するダムの耐震性能照査の試行が行われているところである。本研究は、指針の本格運用に向け、照査手法の条件設定が評価結果に与える影響、損傷レベルに応じた詳細な照査手法を検討し、それらを取りまとめて指針および参考資料、あるいは個別ダムの耐震性能照査の実務へ成果を反映することを目的とする。

平成 27 年度は、アーチ式コンクリートダムの岩盤特性を考慮した動的解析を行い、堤体の安定性評価への影響に関する検討を行った。

気候変動に係る大規模施設の影響調査業務

Influence investigation about the large-scale facilities by the climate change

河川研究部 大規模河川構造物研究室

(研究期間 平成 27～28 年度)

室 長 佐々木 隆
研 究 官 大越 盛幸
研 究 官 田中 幸志

[研究目的及び経緯]

社整審答申「水災害分野に係る気候変動適応策のあり方」(H 2 7 年 8 月) の答申において、施設の能力を上回る外力に対する減災対策のため、大規模な構造物の設計外力を上回る外力が発生した場合の構造物損傷などの有無や、その損傷による影響について点検し、必要に応じて対策を実施することについて、新たに検討が必要とされた。本研究では、設計外力以上の外力に対して、ダム構造安定性への影響点検手法と施設靱性を高める対策の検討を行うことを目的とする。

平成 27 年度は、ダム再開発・改造による対策を考慮の上、既存ダムの設計水位以上を考慮してダム放流能力を検討し、モデルダムを対象に堤体安定性の簡易検討手法の検討を行った。また、既存ダムの設計水位以上を流下させるに際してのダム各部位の改造必要箇所を抽出し、設計・施工上で考慮しなければならない項目について整理した。

合理的な流域危機管理のためのダムの潜在的リスク分析に関する研究

Research on potential risk analysis of dams for reasonable risk management in basin

河川研究部 大規模河川構造物研究室

(研究期間 平成 26～28 年度)

室 長 佐々木 隆
研 究 官 大越 盛幸
研 究 官 田中 幸志

[研究目的及び経緯]

ダムの長期的な劣化、大規模な自然外力や人為的な外力も含む事象に対して、ダムの機能維持の観点から影響度を把握し、ダムの維持管理の水準及び対策のレベル・優先度を合理的に決定するための手法が求められている。本研究では、ダム構造に関わるリスク要因を抽出・類型化し、リスク要因の確率を算出するための外力条件を整理して、ダムの相対的な安全余裕度を判断するための総合的なリスク分析手法の基本的考え方の提案を目的とする。

平成 27 年度は、リスク分析手法に関する文献収集、ダムの機能に影響を及ぼす事象に対して、ダムが持つ影響要因の抽出、進展機構を整理し、それら事象に対してイベントツリーを用いて図表化し、影響要因分析手法の整理を行った。

浸水時の状況把握及び予測技術の高度化に関する研究

Study on developing the method of monitoring and predicting inundated areas
(研究期間 平成 25～27 年度)

河川研究部
River Department
水害研究室
Flood Disaster Prevention Division

室長	伊藤 弘之
Head	ITO Hiroyuki
主任研究官	大沼 克弘
Senior Researcher	ONUMA Katsuhiro
研究官	細田 悟史
Researcher	HOSODA Satoshi

We overviewed the technologies for monitoring inundation and focused the topics to study on. We tried to guess the inundation areas by utilizing probe data. Using the programs to analyze images of CCTV, we tried to guess the water level and estimated the precision and the applicability of this technology. Assuming that we measure the water level of manholes, we estimated the time to spend on disaster measures such as protecting the inundation in underground and evacuation.

[研究目的及び経緯]

浸水状況の把握は、適切な避難を誘導し人の安全確保や資産被害を軽減に資するとともに、それを逐次補正が可能なリアルタイム浸水予測へ活用することにより、その後の浸水域の拡大等の予測精度の向上にも寄与することができる

本研究は、浸水発生の覚知や浸水予測精度の向上を図る観点から、浸水監視に関する既存技術の整理を行うとともに、いくつかの技術をモデル地域にあてはめて、その適用性について検討するものである。

[研究内容]

1. 浸水監視に関連する既存技術の整理

既存技術のうち CCTV、リモートセンシング(SAR 等)、空撮映像(UAV 等)、浸水センサ、自動車プローブデータ等を活用した浸水監視について、即時性、信頼性(精度・停電時対応)等の観点から適用性について整理した。

2. 民間プローブデータを活用した浸水把握の検討

民間プローブデータとは、民間企業が取得した自動車通行状況に関する情報である。本研究は、氾濫水を直接観測する浸水の影響を受けるモノの動きに着目した間接的方法である。

平成25年9月4日に名古屋市内で発生した豪雨に伴う浸水推定エリア及び、平成27年月10日に発生した常総市の浸水を対象に、プローブデータより得られる自動車通行特性より浸水域の時空間的な変化を推計・検証した。

3. CCTVを使った浸水把握の検討

画像解析プログラムを使って、CCTVで得られた河川水位の計測や堤内地の浸水発生の検知について適用性を検討した。

4. 防災・減災に資する人孔水位監視に関する検討

下水道施設内の水位を計測する技術として、水位計測機能を有するマンホールに着目し、リアルタイム水位観測結果による浸水対策や浸水予測の高度化について検討した。神田川流域を対象に構築した、河川・下水道水理解析及び氾濫解析モデルを統合した浸水解析モデルを使って、仮想降雨を入力条件として、新宿駅等の地下鉄入口とその周辺を対象に、浸水深と近傍のマンホールの水位の時系列変化を整理算定し、マンホール水位計の適用性等について検討した。

[研究成果]

1. 浸水監視に関連する既存技術の整理

合成開口レーダー(SAR衛星)については、天候や時間に左右されずに広域的浸水状況が把握できるものの、撮影が一日2回しかなく、データ解析処理に時間を要するため、即時性に欠ける。

UAVによる空撮については、浸水状況をリアルタイムで確認できるものの、雨・風等天候の影響を大きく受ける、活動は昼間に限られる、航続時間が比較的短い(無線操縦で10分程度)等のデメリットがある。

CCTVについては、高解像度化技術が進み昼夜を問わず監視が可能となってきているが、既存のCCTVの撮影可能範囲に限られることや民間の防犯カメラ映像の利用にはプライバシーの侵害等の課題がある(精度等については後述)。

民間プローブデータの活用については、広域的な浸水範囲を把握できる可能性はあるものの、走行不能となった区間が浸水によるものか他の要因(通行規制等)によるものか判別がつかず、後述するような精度上の課題もある。最近では、自動車メーカーによる通行な道路を災害時に公開していることもあり、他の目撃情報等と重ねることにより、信頼性や即時性が向上することが期待できる。

Twitter等のSNSの活用については、即時性に優れているものの、流言飛語や誤報も多く信頼性の高い情報の選定に課題がある。撮影場所や日時が特定できる写真・動画が添付されている場合は比較的信頼できる情報となりうる。

浸水センサについては様々なものがある。最近ではマンホール蓋に無線通信装置・バッテリー・計測器の変換器などを搭載したものもあり、これによりリアルタイムにマンホール内の水位を把握・送信でき、かつ広域停電時でもデータが入手可能である。電池だけで約5年間稼働できる小型で安価な浸水検知センサも開発されており、浸水頻度が高い場所では有効と考えられるが、中継器は電源が必要であり、広域停電時の電源確保が課題である。

2. 民間プローブデータを活用した浸水把握の検討

鬼怒川の氾濫が発生した常総市の自動車通行状況について浸水が発生している平成27年9月10日(14~15時)と平常時9月3日で比較したものを図-1に示す。氾濫の発生した若宮戸、三坂周辺の交通量が極端に減少しているほか、水海道付近では渋滞が見られる。自動車通行量の減少した区間と浸水範囲は国土地理院公表の浸水域や証言と概ね合致するが、自動車通行状況だけで浸水と判断できないため補足情報が必要なこと、プローブデータの即時入手等が課題となる。

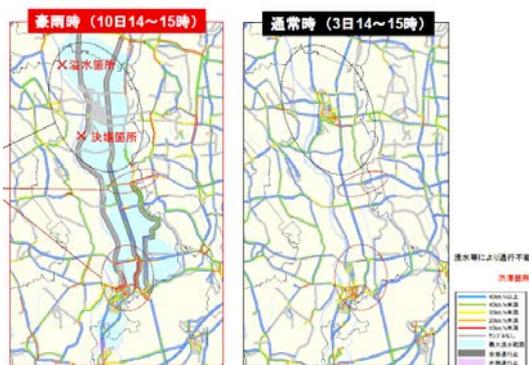


図-1 浸水時の交通状況

3. CCTVを使った浸水把握の検討

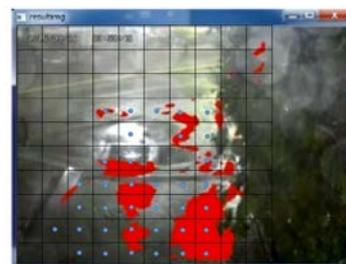
水位計測技術については、入手したCCTV画像について、目視判読値と画像解析プログラムによる解析値の

差異を数値化し、時系列グラフとして比較整理した。

①静止画処理方式と②動画処理方式について解析を行った。

①については、24映像中すべての映像で画像解析値を出力できた。そのうち、5映像は水位0.1mの精度が確保できたが、7映像は、日照、気象、対象物、監視対象等の複合的な要因により、水位0.5m以上の差異が生じた。日照、気象の阻害要因があっても、検出対象物、画角を適切に設定することで、比較的安定して水位計測を行うことができると考えられるが、精度向上が今後とも必要である。②については、24映像中、夜間時で極めて水際線の判別が難しい等で3映像が解析不能だった。6映像は水位0.1mの精度が確保できたものの(図-2参照)、7映像は、主に夜間で、対象物、監視対象等の複合的な要因により、水位0.5m以上の差異が生じた。広角かつ水面と背景面にコントラストが無い場合を除き、概ね水位計測はできるものの、夜間では精度が低下しやすい傾向が見られた。

いずれの方式も、リアルタイム浸水予測計算の逐次補正に活用するには精度が不十分と考えられた。



浸水水面目視判読例 (●が目視判読による水面範囲、赤色は画像解析による検知範囲)

図-2 画像解析による浸水把握

4. 防災・減災に資する人孔水位監視に関する検討

様々な仮想降雨によるシミュレーションを実施し、比較的浸水しやすい新宿駅D4出入口及び東池袋駅7出入口について、その浸水深と周辺のマンホール内水位の時系列を整理した。その結果、マンホール内の水位は1分間に最大2.3m上昇する地点があることがわかった。そのマンホールの蓋高から数高まで約3mあり、既存のリアルタイムマンホール水位計の測定周期が10秒であることから、このような急激な水位変動でも対応できると考えられた。

[成果の活用]

本研究の成果を踏まえ、神田川流域内のモデル地区を対象に、防災・減災対策や避難への活用、リアルタイムデータを活用した浸水予測モデルの精度向上に資するよう浸水監視技術の適用を予定している。

水害被害実態調査の手法に関する調査

Research on economical methods for sewer service expansion

河川研究部 水害研究室

(研究期間 平成 26～28 年度)
室 長 伊藤 弘之
主任研究官 山本 晶
研 究 官 湯浅 直美

[研究目的及び経緯]

水災害は、人、建物、交通機関、電気・通信施設等様々な対象物に影響を及ぼし、またこれら施設等は平常時より相互に関連して機能しているため、水害時にはその被害の影響が波及していくこととなる。このため、有効な水害対策の立案のためには、水害被害の実態を調査するとともに被害メカニズムを把握する必要がある。そのためには、水害発生時に氾濫の状況や被害等について幅広く調査を行い、データを蓄積していくことが重要となる。

平成 27 年度は、平成 27 年 9 月関東・東北豪雨で甚大な被害を被った茨城県常総市について、資料調査、関係者へのヒアリング調査、発災間もない時期の現地における浸水深の調査等を行った。また、平成 26 年度に水害被害があった京都府福知山市、高知県高知市についても、資料調査および被災者へのヒアリング調査を行い、家屋被害や精神的被害について情報を得た。これらの調査を踏まえ、水害調査方法について網羅的に整理した。

迅速かつ適確な水防活動に資する新技術に関する検討

・ Study on the new technology that is useful for quick and right flood fighting works

河川研究部 水害研究室

(研究期間 平成 26～28 年度)
室 長 伊藤 弘之
主任研究官 大沼 克弘
研 究 官 細田 悟史

[研究目的及び経緯]

近年、豪雨に伴う水害が頻発化しており、市町村による水防活動や避難誘導等の危機管理の重要性が増している。本研究は、水防活動、避難誘導、災害対応能力の向上のため、危機管理能力の向上に資する新技術や行動計画（体制・システム）について調査・検討を行うものである。

平成 27 年度は、東京都 8 区（中央区・台東区・墨田区・江東区・北区・荒川区・足立区・江戸川区）内の合計約 138 万人、約 68 万世帯を対象に、仮に全人口が当該区域外に避難するものとして、マクロモデル（歩行者・車の速度は、それぞれ歩行者・車両の密度の関数として簡略的に表現した集合流動モデル）を用いてシミュレーションを行った。避難手段としての徒歩、車、鉄道、路線バス、避難専用バスの組み合わせや、交通規制の有無、段階避難の有無の組み合わせによる 10 パターンの避難計画案について計算を行い、各ケースの避難時間や避難完了率の時系列等について整理した。その結果、車による避難率を 30% と高めに設定すると車の渋滞により避難に支障が生じること、車利用を要支援者世帯に限定（車避難率 3.6%）して公共交通機関（鉄道・路線バス）を活用することにより避難完了率が大幅に上昇するものの避難専用バスがないと 10 時間以内の避難完了率は 85% 程度に留まること、避難専用バスを拠点避難所や混雑駅に出すことにより 6～7 時間程度で避難が完了すること等がわかった。さらに、江東デルタ地帯を対象に、先述のパターンから抽出したものを 5 パターンについてマイクロモデル（セルオートマトン法を用いたマルチエージェントモデル）によりシミュレーションを行い、避難時間や避難完了率の時系列等について整理するとともに、マクロモデルによる計算結果と比較を行った。