

4. 5 河川研究部

河口部の流下能力算定精度向上に関する研究

Research on improvement of the estimation method of flowing capacity in estuary zone

(研究期間 平成 21～23 年度)

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

室長 服部 敦
Head Atsushi HATTORI
研究官 武内 慶了
Researcher Yoshinori TAKEUCHI

After channel widening in estuary, we found that the changes of cross-sectional river-channel shapes can be classified into 2 types, 1) river bed changes uniformly, 2) channel narrowing by forming natural-levee. The larger the water depth becomes, type 1) appears, and the smaller the one becomes, the other type appears. Then, we compared the fluvial conditions relating deposition of fine grain materials before and after channel widening. At the same discharge, friction velocity after widening becomes smaller than the one before. So the likelihood of the occurrence of fine sediment deposition in estuary zone becomes larger than before.

[研究目的及び経緯]

改修後の河道は土砂再堆積等による変化に伴い、改修により得た流下能力が低下していくことも十分に考えられ、これに対応するための管理を継続的に実施していくことが必要である。このためには、河道掘削後の河積変化速度を見積もる技術が必要となる(武内ら(2011))。特に河口域において大規模な掘削を行うと、それ以前には河床材料にはほとんど含有されていない細粒成分が堆積するようになる場合がある。その場合、河積維持の労力を相当程度増大させる必要性に迫られるほど、堆積速度が大きくなる懸念がある。

本研究では、出水、潮汐、波浪等、土砂堆積に影響を与える複数の外力が生じる河口部における、河積増大策実施後の埋め戻りを対象とし、維持管理労力の変化の度合いの評価手法について検討したものである。

[研究内容]

(1) 平水時水深の大小に着目した河積増大後の河道変化パターンの整理

河口域を含む河道セグメント2区間では、河積増大策の1つである低水路拡幅後の土砂堆積に関し、大きく分けて以下のパターンに分類できることが分かっている。

- ・ 拡幅後の低水路幅が変わらず、低水路内でほぼ一様に土砂が堆積するパターン(以下、一様変化型)
- ・ 細粒土砂堆積に伴い高水敷が形成され、低水路幅が縮小するパターン(以下、川幅縮小型)
- ・ これらの中間的なパターン

埋め戻りに伴う流下能力の維持管理労力を予測するためには、河積増大後の河道変化パターンを予め把握し、そのパターンに見合った予測手法を適用することが肝要である。河口域(感潮区間)、自己流区間、堰による湛水区間を有し、それらの区間すべてについて過去に大規模な低水路拡幅が行われた河道セグメント2区間を対象に、平水時水深と拡幅後の河道変化パターンの関係を調べた。

(2) 河口域における河積増大後の細粒土砂堆積発生条件の検討

これまで河床材料に含まれなかった細粒分が堆積することは、埋め戻り速度の増加に伴う維持管理労力の増大につながることで、また河床材料の変化に伴う環境への影響が考えられる。このため、河積増大後の細粒分堆積発生の有無を予め把握しておくことは重要である。

本研究では、低水路拡幅後に一様変化型の変化パターンが生じた河道区間を対象に、これまで河床材料にほとんど含まれない細粒分が、河積増大後に堆積するようになる閾値について出水に関する水理量等に基づいて指標化を試みた。以下に具体的検討内容を示す。
①河口部を含む下流区間において、下記の条件をすべて満たす2つの河道区間を抽出した。

- 1) 過去に大規模な河積増大策(低水路拡幅)が講じられたこと。
- 2) 改修前、改修直後、改修後の横断測量成果が存在すること。
- 3) 改修前、埋め戻り後の河床材料調査結果が存在し、埋め戻り後の堆積材料が細粒化し

ていること。4)浮遊砂観測結果が存在すること。

②改修前河道を対象に過去5年間、改修直後河道を対象にそれ以降約10年間の実績流量を与え、1次元不等流計算を行った。

③改修後新たに堆積した細粒土砂粒径(沈降速度： w_0)を対象に、計算結果から得られた摩擦速度(u_*)、流量(Q)～細粒土砂流送量(Q_s)関係から基準面濃度(C_a)を算定し、既往の巻き上げ式による基準面濃度 $C_0 \sim w_0/u_*$ 関係図上にプロットした。

④得られたプロット図から、 $C_a < C_0$ となる領域については、その浮遊土砂が河床に堆積するとして、年当たりの発生期間と土砂濃度から、細粒土砂の総堆積量を算定した。改修前後での総堆積量の差を調べた。感潮区間においては、沈降した土粒子のフロック形成や塩水層の存在により、河床からの再浮上量評価が困難であるため、本研究では、河床からの再浮上を考慮せず、沈降・堆積のポテンシャルとしての総堆積量を指標とした。

[研究成果]

(1) 平水時水深の大小に着目した河積増大後の河道変化パターン

1) 流量が縦断的にあまり変化せず、河床勾配が異なる一連の河道区間において2つの変化パターンが生じていることから、これらの変化パターンの発生を単純に流量や河床勾配によって区別するのは困難であった。

2) 平水時水深が大きいほど一様変化型となり、平水時水深が小さいほど川幅縮小型となる傾向が見られた。川幅縮小型は、出水により河床の凹凸が形成され、河床の一部が平水時の水面から露出し、そこに植生が繁茂することでウォッシュロード的挙動を示す細粒土砂が堆積し、高水敷が形成されることが知られている。このことから、平水時水深が大きいほど河床の一部が水面から露出しないことにより、変化パターンが川幅縮小型となりにくいため、一様変化型となるものと考えられる。

3) 河床の一部が水面時の水面から露出した場合であっても、出水により堆積材料を十分に動かさうる掃流力が露出箇所に生じれば、河床の攪乱が生じ、川幅縮小型が進行しないことが分かった。

4) 平水時水深が小さい場合においても、川幅縮小型とならず、一様変化型となることがある。このような挙

動を示す横断面形状を観察した結果、低水路部分が平坦な状態を保ち、河床高が変化しているようであった。このことから、形成され得る河床形態と河床の一部が水面から露出し得るか否かを考慮する必要があると考えられる。

5) これらのことを総合することにより、低水路拡幅後の河道変化パターンの判定手法(一次案)を得たものと考えられる。

(2) 河口域における河積増大後の細粒土砂堆積発生条件

1) 低水路拡幅直後の河道は、拡幅前に比べ、 $C_a < C_0$ となる領域の流量の上限値が大きくなることがわかった。これは、低水路拡幅により同規模出水での摩擦速度が低下したことにより、 w_0/u_* が増加したことが考えられる。

2) 低水路拡幅直後の河道は、拡幅前に比べ、細粒土砂の総堆積量が増大した。これは1)により拡幅直後の河道において、河床への細粒土砂堆積が卓越する時間が長くなったこと、また、同規模の出水及び細粒土砂濃度であっても、河床面濃度が増加したことが原因と考えられる。

3) 河床に堆積した土砂の再浮上量を評価していないことに課題を残すものの、総堆積量を指標とすることにより、一次案として低水路拡幅後に堆積する材料の細粒化判定が行える目処を得たものとする。

[成果の発表]

得られた課題について更なる検討を加え、土木学会等にて研究成果を発表する予定である。

[成果の活用]

本成果は、流下能力向上のための河道拡幅を実施する地方整備局等に対し、技術指導を行う際に活用する。

○参考文献

武内慶了・大沼克弘・服部敦・藤田光一：流下能力にマージンを持たせた管理の考え方と具体的手法、国総研レポート2011、p.35、2011。

土砂移動を考慮した治水安全度評価手法に関する研究

Study for safety evaluation against flood damage risk in considering of river-bed changes

(研究期間 平成 21～23 年度)

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

室長 服部 敦
Head Atsushi HATTORI
研究官 武内 慶了
Researcher Yoshinori TAKEUCHI

We applied the reliability assessment method to administration and management of revetments towards bed-scour. The method can estimate the destruction property change of revetments by the measure of management. Therefore, the method can establish the frequency and longitudinal interval of the inspecting riverbed height, and can determine the length of preventive measure. The next, we examine the method of effective and efficient measurement of riverbed height. We confirmed that Swath echo sounding and aerial LiDAR system were rational methods on the situation of predominant inspection to riverbed, because 1) these have measuring accuracy of riverbed height, 2) these are able to scan riverbed consecutively and with high density.

〔研究目的及び経緯〕

洪水時の河床洗掘や土砂堆積により治水機能が低下する場合がある。そうした河床変動を踏まえて効果的・効率的に河川管理施設の機能を確保・維持するの重要性がさらに高まってきていると言える。そのため、点検によって危険箇所を絞り込み、適切な対処につなげられる手法の確立が求められている。

現行では、主に河川定期横断測量による一定距離間隔ごとの河道横断面データにより、流下能力や河床洗掘などに対する治水安全度を評価しているが、今後は①河川ごとに着目した箇所の状態に応じた頻度と間隔の測量を実施し、治水機能に影響を及ぼす河床形状変化を見逃さないモニタリング技術を得ること、②当該箇所の河床高変化の今後の動向を予測すること、さらにこれらを総合して、③管理行為実施の必要性を判断するための治水安全度評価手法を開発する必要がある。

国土技術政策総合研究所河川研究部、環境研究部が参画する九州河道管理研究会において「河道管理基本シート」が提案され、九州地方整備局管内でこのシートを用いた河道管理が実践され始めた(藤田ら(2011))。河道管理基本シートは、治水機能のうち流下能力と河床洗掘に対する護岸等の安全性を対象として、現況を評価するための情報(現況河道の水位計算結果、平均河床高、最深河床高、護岸基礎高等)及び、現況を起点としてそこに至るまでの過去の変化のトレンドを評価するための情報(平均河床高、最深河床高の変化等)

を集約したものである。このシートを活用することにより、流下能力に関しては、樹木伐採や河道掘削の必要性とその検討対象とすべき概略区間の判定が、河床洗掘に対する護岸等の安全性に関しては、さらに詳細な実態把握のための現地調査実施の必要性の判断が可能となった。

本研究では、河床洗掘に対する護岸等の安全性確保に焦点を当て、河道管理基本シートにより絞り込まれた管理の重点化区間において、河床形状調査の頻度や間隔の決定、危険度評価や予防対策の判断について、信頼性評価手法の適用性を調べるとともに、効果的・効率的な河床形状調査方法の検討を行った。

〔研究内容〕

(1) 信頼性評価手法を用いた河床洗掘に対する護岸管理方法の効果の把握

以下に示す検討を行い、信頼性評価手法を用いて河床洗掘に対する護岸管理方法の効果調べた。

- 1) 法覆工、基礎工、根固工を組み合わせ、複数の護岸タイプを設定し、過去の被災事例の分析を経て、護岸基礎部の河床高変化を起因とした護岸機能喪失に至るプロセスをイベントツリー形式で整理した。
- 2) 護岸タイプごとに、護岸材料の強度のバラツキ等を考慮し、護岸変状の進行の段階ごとに河床高低下量に対する耐力を確率密度関数で表した。
- 3) 管理目標規模の出水(以下、大規模出水)発生に伴う砂州の移動量を考慮し、河床洗掘量を確率密度関数

で表した。

4) 1)～3)により、外力及び護岸耐力を確率分布で与えた信頼性評価手法を作成した。

5) セグメント2-2 もしくは2-1 に分類され、1)で整理した護岸を設置した模擬河道について、経年的な河床低下傾向となる10年間の河床高変化シナリオを予め設定した。これは、実際の管理における河床高変化予測と同義である。

6) 以下に示す管理案を3案設定した。

管理案①：通常行われる頻度・間隔での定期横断測量で得られる護岸近傍河床高と護岸基礎高の高低関係から対策実施の必要性を判断

管理案②：管理案①に測量頻度の増加および測量間隔を小さくする点検の重点化を追加。その結果に基づいて、対策実施の必要性を判断

管理案③：管理案②に、直線部であれば出水に伴う砂州（深掘れ部）の移動、湾曲部であれば出水中の深掘れ・出水後の埋め戻りを考慮した確率評価を付加し、対策実施の有無を判断

7) 各年の河床状況に対して大規模出水に対する護岸被災の危険度を評価する。大規模出水時に生じる河床洗掘量及び、護岸の耐力に関する確率密度関数から、護岸の被災確率を算定した。管理案（事前投資コスト：点検コスト＋予防対策コスト）による最大被災確率等（災害復旧コスト）の差異について調べた。

（2）効果的・効率的な河床形状調査方法の検討

（1）で点検を行う河床深掘れ部は一般に、平水時であっても水深が大きいことが多く、また深掘れ部の縦断距離も長いと、河床洗掘の度合い及び水中の護岸の変状を目視で判断することは困難である。そこで水深が大きい海域を対象に航空レーザー測深とスワスインペンド測深の河床高測定精度を調べた上で、実河川の砂河床区間を対象とし、スワスインペンド測深機を搭載したボートを用い、根固工の変形を含む平面的な河床形状を高い空間密度で計測し、この方法の効果・効率性を検討した。

【研究成果】

（1）信頼性評価手法を用いた河床洗掘に対する護岸管理方法の効果の把握

1) 管理案①と管理案②の比較：管理案②による点検の重点化及び予防対策によって、大規模出水発生時の被災確率や災害復旧コストが、管理案①より低減する条件が明らかとなった。

2) 管理案②と管理案③の比較：大規模出水発生時の砂

州移動量を考慮した予防対策の追加によって、大規模出水発生時の被災確率や災害復旧コストが低減する結果が得られた。

3) 点検・予防対策・災害復旧に要するトータルコストの年期待値は、管理レベルを上げる（管理案①から②、③とする）に従い、低下する結果が得られた。一方、管理案②の年期待値が管理案①と変わらない、あるいは増加する結果が得られる場合もあった。これは、砂州（深掘れ部）の移動を考慮しない点で管理案①と同一の考え方であるため、管理案①とほぼ同様の被災確率及び災害復旧コストとなったことに加え、時空間的に密度の高い点検及びそれに伴う予防対策コストが増加したためである。

4) 以上のように、本研究で作成した信頼性評価手法から、合理的な点検・予防対策方法の河道特性に応じた基本的な考え方を整理するのに有用な情報が得られた。

（2）効果的・効率的な河床形状調査方法の検討

1) スワスインペンド測深による河床高を基準とした場合、航空レーザー測深により得られた河床高の標準偏差は、0.1m以下であった。

2) スワスインペンド測深は、平面的に高密度な河床高計測が可能であるため、水衝部等、最深河床の位置を連続的に把握することができ、かつ計測結果から任意の縦断間隔での河床横断形状が抽出可能である。

3) また、スワスインペンド測深は、根固ブロックの凹凸までも捉えることが可能であることがわかった。このことから、根固の変形・移動の状況を把握することが可能である。

4) 以上のことから、管理の重点化を行うべき河床深掘れ区間が長い場合は特に、スワスインペンド測深による河床高計測が効果的・効率的な河床形状調査方法であると考えられる。

【成果の発表】

得られた結果に更なる検討を加え、土木学会等にてその成果を発表する予定である。

【成果の活用】

地方整備局等が実施する効果的・効率的な河川管理に資する。

○参考文献

藤田光一・田上敏博・天野邦彦・服部敦・浦山洋一・大沼克弘・武内慶了：現場での実践を通して河道管理技術を向上させる先駆的取り組み、河川技術論文集、第17巻、pp.539-544、2011。

河川堤防植生管理に関する調査

Research on the vegetation management for river levees

(研究期間 平成 21～23 年度)

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

室長 服部 敦
Head Atsushi HATTORI
研究官 福原 直樹
Researcher Naoki FUKUHARA

It becomes important to carry out maintenance and management of the river improvement works efficiently and effectively. This report summarizes some results on, real-scale flume experiments about the erosion characteristic have been conducted using the testpieces sampled from river levees. with tall and flexible vegetation.

[研究目的及び経緯]

近年、河川堤防の維持管理をより効率的・効果的に行うことが求められている。国管理の河川堤防における除草の管理水準は、年に 2 回を基本としており、気候条件や植生の繁茂状況、背後地の状況等に応じて変更することも容認されている¹⁾。

河川堤防を築堤または改修した際は、表土に張りシバ施工を行うのが一般的であるが、その後の管理水準によっては、植生の遷移が生じ、背丈の高い植生（以下、「高茎草本植物」という）が優占する場合がある。管理水準の高い箇所にてよく見受けられるシバ・チガヤについては、耐侵食性に関する評価手法が整理されている²⁾が、高茎草本植物については整理されていない。そのため、各河川堤防の諸条件により適した管理水準設定のための技術向上が望まれる。

そこで、本研究では、ヨシ、オギに代表される高茎草本植物が繁茂している河川堤防の耐侵食性および耐浸透性の評価手法を構築することを目的とした水理実験を行い、繁茂状況と耐侵食性・耐浸透性の関係ならびに維持管理の頻度と繁茂する高茎草本植物の状態（繁茂する植生の種別や草丈、繁茂密度等）の関係について、評価を試みるものである。

[水理実験の実施]

(1) 耐侵食機能の評価に関する実験

実堤防から採取した供試体（ $B=0.96\text{m}$ 、 $L=1.46\text{m}$ 、 $H=0.508\text{m}$ ）を用いて、侵食水理実験を行い、高茎草本植物が繁茂している堤防の耐侵食性の評価手法を構築するための基礎データを得た。本検討における実験は、最大断面平均流速 4.5m/s までの通水が可能な閉水路である高流速実験水路を用い、設定した断面平均流速（ $0.5\text{m/s}\sim 4.5\text{m/s}$ から 4～5 条件を選択）を段階的に大きくする手順にて実施した。また、断面平均流速 1 条件につき複数回通水を中断し、その都度、侵食深の計測を行った。計測点は、壁面の影響を受けない範囲に対し、格子状に 0.1m ピッチ（計 88 点）で設定した。また、通水時には電磁流速計による流速の鉛直分布およびレイノルズ応力の計測と水頭測定孔による動水勾配の計測を行った。また、事前に供試体内の植生調査を実施し、植生の繁茂密度や茎径、茎長、根茎の湿潤重量等に関するデータを取得した。なお、実験の対象とした植生は、オギ、ヨシ、セイタカアワダチソウ、ネザサの 4 種を対象とした。

実験結果の一例として、計測した侵食深の平均（以下、「平均侵食深」という）を通水時間毎に整理した結果を図-1 に示す。平均侵食深を通水時間で除した値を侵食速度と定義し傾向を確認したところ、高茎草本植物がある実験条件の場合、断面平均流速 2.0m/s 以下の流速下では、通水時間に伴い、侵食速度が小さくなる

傾向（以下、「対数型」という）が確認されたが、供試体により侵食速度に違いが見られた。また、断面平均流速 3.0m/s 以上からは、対数型の傾向が継続する供試体と、通水時間に関わらず、侵食速度が概ね一定となる傾向の供試体に区別された。

全体の傾向としては、対数型の侵食傾向が続く供試体については、各断面平均流速と侵食の進行がごく小さいと見なせる状況に至った侵食深にほぼ比例の関係が見られた（図-2）。植生がある場合と上部の植生を刈り取った場合の平均侵食深が一致する断面平均流速を確認したところ、例えば、侵食深 0.5cm の場合、砂質細粒土では植生がある場合の 1.0m/s と上部の植生を刈り取った場合の 2.0m/s が概ね一致していた。また、粘性土質砂質礫では、侵食深が 1.2cm の場合に、植生がある場合の 1.0m/s と上部の植生を刈り取った場合の 2.0m/s が概ね一致していた。

(2) 耐浸透機能の評価に関する実験・試験

耐浸透機能の評価については、以下の 3 つの実験・試験を行い、検討するための基礎データを得た。

- ① のり面雨水浸透水理実験
- ② 一面せん断試験
- ③ 土質試験

のり面雨水浸透水理実験は、降雨に伴う表層滑りを評価するために実施したものである。根茎の進入等により緩んでいると想定される河川堤防の表層のり面（根茎を含んだケースと根茎を除去したケース）を対象とし、設定した条件にて人工的な雨を降らし、不飽和浸透特性に関する「負の圧力水頭」「体積含水率」の時系列データについて取得した。

一面せん断試験は、根茎を含んだ供試体と根茎を含まない供試体を対象として実施し、せん断強度のデータについて取得した。あわせて、せん断面における根茎を抽出し、根茎の湿潤重量のデータを取得した。

土質試験は、本来、根茎が含まない供試体を対象に行うものであるが、本試験では、根茎を含んだ供試体、根茎を含まない供試体を採取し、双方に対して透水試験、カラム試験、三軸圧縮試験を行った。あわせて、土質試験に用いた供試体に含まれる根茎を抽出し、根茎の湿潤重量のデータを取得した。

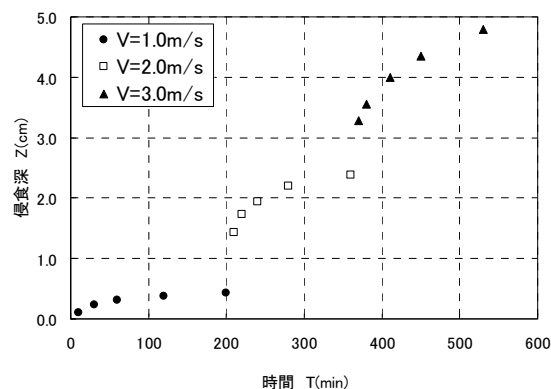


図-1 平均侵食深の経時変化

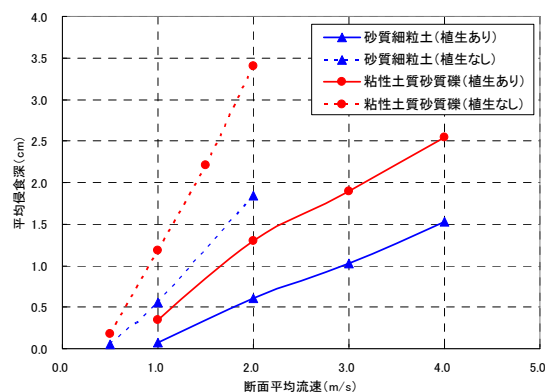


図-2 断面平均流速と平均侵食深の関係

[今後の整理方針]

耐侵食機能については、「根茎による影響」「堤体土による影響」「上部の植生による影響」の観点から整理したうえで、評価手法の構築を行う予定である。また、耐浸透機能については、根茎の有無による土質定数の違いを把握したうえで、浸透流解析および安定性計算のモデルに組み込み、根茎の有無による安全性の差を検討し、評価を行う予定である。

[成果の発表]

- 1) 落合清治, 服部敦, 延常浩次, 福原直樹：植生の違いによる耐侵食性に関する実験, 第 65 回土木学会年次学術講演会, 2010
- 2) 福原直樹, 服部敦：高茎草本植物が繁茂する河川堤防のり面の侵食特性に関する実験, 河川技術論文集第 18 巻, 2012 (投稿中)

[参考文献]

- 1) 国土交通省 河川砂防技術基準 維持管理編 (河川編), 2011
- 2) 宇多ほか：洪水流を受けた時の多自然型河岸防衛工・粘性土・植生の挙動, 土木研究所資料第 3489 号, 1997

氾濫リスク分析を組み込んだ河川計画に関する検討

Research on river improvement planning technique with flood risk analysis

(研究期間 平成 22～23 年度)

河川研究部

River Department

河川研究室

River Division

水資源研究室

Water Management and Dam Division

室長

Head

主任研究官

Senior Researcher

研究官

Researcher

研究官

Researcher

服部 敦

Atsushi HATTORI

板垣 修

Osamu ITAGAKI

土屋 修一

Shuichi TSUCHIYA

加藤 琢磨

Takuma KATO

Research on river improvement planning technique with flood risk analysis has been conducted in two phases. The first phase consists of analysis on estimation of flood safety level in small or medium scale river basins in the future depending on the Regional Climate Model simulation results conducted by Meteorological Research Institute. The authors suggested an estimation method which directly made use of the simulation results whose duration was not enough for estimating extreme rainfall such as 1/100-year rainfall. The second phase consists of analysis on relationship between flood-scale and estimated flood damage in 20 major rivers in Japan. The authors suggested a brief risk-based analysis method for discussing flood damage mitigation plan under global climate change.

〔研究目的及び経緯〕

社会資本整備審議会の答申「水災害分野における地球温暖化に伴う気候変化への適応策のあり方について」（2008年6月）等を踏まえ気候変動等に適応した水災害対策に資する河川計画手法の確立が重要である。

本研究は気象研究所の気候モデルシミュレーション結果を用いて近未来（約30年後まで）、将来（21世紀末）の治水安全度を試算するとともに、洪水規模と推定被害額等との関係を試算し推定被害特性を明らかにするとともに氾濫リスクを概算し、氾濫リスクを組み込んだ河川計画手法について検討したものである。

〔研究内容〕

（1）気候モデルシミュレーション結果に基づく気候変動下の治水安全度の試算

気象研究所による地域気候モデル（RCM5）によるシミュレーション結果を活用し、近未来、将来の簡便な治水安全度試算手法について検討した。同シミュレーション結果からは5km間隔の計算節点ごとの時間雨量データを得ることが出来るが、シミュレーション期間が現在、近未来、将来各25年間と限られており、河川計画検討に必要な1/100年確率等の雨量を予測するにはデータ年数が十分ではない。このため、本研究では

降雨確率分布が同一と見なせる地域に全国を分割するとともに地域内計算節点間の独立性を確認することにより同一かつ独立な計算節点の雨量データによる地域ごとの雨量強度式（降雨継続時間・確率規模別）を導出した。（ステーション・イヤー法）

藤田等（2011）は、全国を16地域に分割し、大河川（一級水系の国土交通大臣直轄管理区間）の近未来・将来の洪水流量等を試算しているが、全国の気候変動による洪水対策への影響について検討するには大河川に加え中小河川の治水安全度の変化予測が必要と考えられるため、本研究では中小河川の治水安全度を試算した。大河川に比べ流域面積が小さい中小河川では、上述の16地域分割手法では十分な精度で洪水流量等を試算することが出来ないため、本研究では以下の手法を採用した。

- ①RCM5によるシミュレーション結果から降雨継続時間（1～72時間）別年最大雨量を現在・近未来・将来について抽出・整理（各25年分）。
- ②気象庁アメダス観測所位置に基づきティーセン手法により本州・北海道・四国・九州を小地域へ分割（約700の小地域へ分割）。
- ③上記小地域内のRCM5計算節点の継続時間別年最大降

雨の生起確率分布の同一性について順位和検定を行い、同一性が認められた計算節点数を小地域内全計算節点数で除して小地域別「適合割合」を算出。

④隣接する小地域を統合することにより降雨特性が同一と見なせる地域境界を試行錯誤により描出。同一性の判定は上述③同様に順位和検定による。

⑤上記統合後の地域内で年最大降雨の発生が相互に独立と見なせる計算節点をスピアマン順位相関係数により求め地域別「独立節点数」を算出。

⑥上記「適合割合」と「独立節点数」をにらみ最適地域分割を選定。

⑦上記地域内で相互に独立していると見なせる計算節点の年最大雨量データに基づく雨量強度式を現在・近未来・将来について各導出。

⑧既存の「中小河川治水安全度評価システム」(国総研水害研究室による全国一級水系の中小河川について航空レーザー測量結果を活用し簡便に治水安全度を評価するシステム(<http://www.nilim.go.jp/lab/rcg/newhp/seika.files/lp/index.html>))に上記雨量強度式を導入し全国一級水系の中小河川の近未来・将来の治水安全度を図示。

(2) 洪水規模と推定被害額等との関係の試算

洪水規模と推定被害額等(直接被害額及び人的被害)との関係を試算し、推定被害特性(推定被害急変点の有無等の推定被害増加傾向等)を明らかにするとともに氾濫リスク(「氾濫生起確率」と「推定被害額等」の積)を概算し、更に、気候変動による推定被害特性・氾濫リスクへの影響について下記のとおり試算した。

①全国の大河川(一級水系本川区間の国土交通大臣直轄管理区間)を上下流方向の氾濫原資産・流下能力分布に基づき分類し20河川を試算河川として抽出。

②上記試算河川の最近の氾濫シミュレーション結果等を地方整備局等から収集。

③上記収集資料から氾濫原のメッシュ平均地盤高、氾濫ブロック、氾濫想定地点、資産等メッシュデータ等必要データを抽出。

④上記データに基づき、氾濫ブロックごとの氾濫水量と被害額との関係を分析し、氾濫水量・被害額関係式を導出。

⑤米国陸軍工兵隊等が開発したライフシム(LIFESim)を参考に人的被害をメッシュ別最大浸水深から試算し、氾濫ブロック別氾濫水量・人的被害関係式を導出。

⑥確率規模別洪水について河道内次元不定流計算により各氾濫ブロックの氾濫水量等を算出し、上記氾濫水量・被害額関係式等により被害額・人的被害を試算。

⑦洪水確率規模と被害額・人的被害との関係を図示。

⑧氾濫生起確率と被害額・人的被害から概略の氾濫リ

スクを試算。

⑨気象研究所による気候モデルシミュレーション(GCM20)結果から求めた雨量増加率により気候変動が推定被害特性・氾濫リスクに与える影響を試算・図示。

[研究成果]

(1) 気候モデルシミュレーション結果に基づく気候変動下の洪水流量等の試算

①気象研究所のRCM5によるシミュレーション結果に基づき、降雨強度式が同一と見なせる地域分割(今回は全国100弱の地域分割)を見いだした。本地域分割は新たな気候モデルシミュレーション結果に応じて変化することが予想されるが、今回提案した手法により効率的に地域分割・シミュレーション結果の活用が図られるものとする。

②上記地域ごとに近未来・将来の予測雨量強度式を導出した。本手法は、限られた年数の気候シミュレーション結果から1/100年確率規模等の降雨について予測せざるを得ない状況における一つの便宜的手法を提案するものとする。

③既存の「中小河川治水安全度評価システム」を活用し、近未来・将来の全国の中小河川の治水安全度を図示した。気候変動により短時間(1~6時間等)降雨の変化率が24時間等降雨の変化率に比べ相対的に大きくなる傾向が認められ、これは相対的な治水安全度の低下につながるが、現況の治水安全度が大河川と中小河川とは異なること、短時間降雨の予測結果における相対的に大きな不確定性等を踏まえ、引き続き分析が必要である。

(2) 洪水規模と推定被害額等との関係の試算

①全国20河川における推定被害特性を図示した。同特性は上下流方向の氾濫ブロック別資産分布、流下能力分布、破堤氾濫時の氾濫ブロック別貯留量等に依存していることが示された。

②気候変動による同特性への影響について上下流方向の流下能力分布等により異なる傾向が示された。

[成果の発表]

所内、本省水管理・国土保全局関係者へ分析結果を提供している。

[成果の活用]

所内、本省水管理・国土保全局における気候変動適応策、リスク評価手法検討のための参考資料とする。

○参考文献 藤田光一・服部敦等：気候変動に伴う河川管理等への影響評価，21世紀気候変動予測革新プログラム 超高解像度大気モデルによる将来の極端現象の変化予測に関する研究，平成22年度研究成果報告書，pp76-88，2011。

河川堤防の効率的・効果的な管理手法の検討

Case study on the efficient and effective management of river levees

(研究期間 平成 22～23 年度)

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

室長 服部 敦
Head Atsushi HATTORI
研究官 中嶋 啓真
Researcher Hiromasa NAKAJIMA

River levees are long structures which have, throughout the long history of flood control, been constructed accompanied by repeated reinforcement and repair according to the state of past disasters. So in order to ensure the safety of river levees far into the future, it is important to perform inspections closely coordinated with reinforcement to efficiently and reliably detect locations which impact safety and to monitor their condition. An inspection of a river levee is performed over all the extension on the river levee of management of a country every year on the basis of visual inspection. It is necessary for inspections to be done by limited personnel and restricted budgets, so more efficient methods are needed.

[研究目的及び経緯]

河川堤防は、長い治水の歴史の中で、繰り返し補強、補修を重ねて築造された長大な構造物である。そのため、河川堤防の安全性を将来にわたり確保するためには補強との両輪として点検等を行い、安全性に影響を与える箇所を効率的かつ確実に検出し、状態の監視を行うことが重要である。河川堤防の目視点検は、目視観察を基本とし、国管理の堤防では、毎年全延長にわたり行われている。限られた人員、予算内で点検を行う必要があり、一層の効率化が望まれている。本研究は、河川の直轄管理区間で行われている堤防点検及び河川巡視の目視点検の変状検知に関する実態把握と目的として、実堤防で行われてきた管理、点検結果を集計・整理し定量的に分析を加えたものである。

[研究内容]

平成 17～21 年度に 1 級水系 Q 川の直轄管理区間の 13.0k から 54.0k 区間の左右岸の河川堤防で実施された堤防目視点検の結果を基に、各目視点検の点検速度 (km²/人/日：河川堤防を 1 人が 1 日当たり点検する面積) に対する変状の発見数、変状が発見された堤防の部位とその規模の関連性について分析を加えた。分析を行うにあたり、Q 川における目視点検を堤防点検、河川巡視に区分し、さらに、河川巡視を通常の巡視の一般巡視、横断のり面巡視と徒歩巡視に細分し取りまとめることとした。点検の分類と内容を表-1 に示す。河川巡視は平常時巡視であり、

表-1 Q 川における点検分類と内容

分類		内容
河川巡視	一般巡視	車又はバイクにより、堤防天端及び高水敷から河川区域を1人で1日点検する方法 堤防の目視点検は主として堤防天端より行う
	横断のり面巡視	バイクと徒歩により、特定区間の堤防を、1人で半日点検する方法
	徒歩巡視	徒歩により、特定区間の堤防を一般巡視の一部を点検する方法
堤防点検		徒歩により、堤防を複数人で1日点検する方法

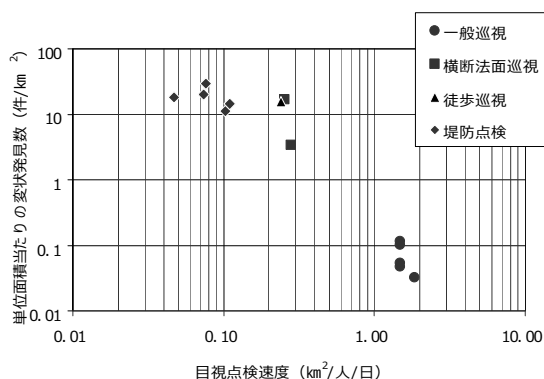


図-1 目視点検速度と変状発見数の関係

堤防点検は出水期前の点検である。本検討に用いた基礎データは、日報などの点検報告書から、点検の区間延長、時間、経路、発見された変状の数、変状の堤防部位、変状の種類、規模などを抽出し、一覧表として整理したものである。

[研究成果]

(1) 目視点検速度と変状発見数の関係の整理

はじめに、発見された数の観点から各目視点検の特徴を明らかにする。点検分類別に目視点検速度と単位面積当たりの変状発見数を算出した結果を図-1に示す。図中の各プロットは、年間平均値として算出したものである。ここで、堤防点検の1回当たりの人数は、点検区間(班編成)ごとに人数が異なるため平均値を採用としている。また、点検面積は年間で目視点検を行った、堤防の天端、のり面、小段の総面積である。

全体的には目視点検速度が小さくなるにつれ、単位面積当たりの変状発見数が多くなる傾向が見られた。横断のり面巡視及び徒歩巡視は、一般巡視と同様に1人で点検を行うが、徒歩による点検であるため、一般巡視と比べ点検速度が小さく、単位面積当たりの発見数が多くなっている。

(2) 変状の大きさ及び発見部位の整理

堤防点検は、草刈り後の堤防に点検者を複数配置し徒歩により点検を行う。一方、一般巡視は主に堤防天端から車上により行う点検である。こうした点検手法の差違に着目して、発見された変状の大きさ(面積)、堤防の部位の観点から両者を比較してみる。なお、季節により発見件数が偏りのあるモグラ等の小動物の穴、変状の大きさが測定できないしぼり水については対象から除外している。

発見された変状部の面積別割合を算定した結果を図-2に示す。変状面積 0.1m^2 以下の場合、一般巡視では5.3%であり、堤防点検の25.7%と比べ非常に小さい。

次に、変状が発見された部位別の割合を図-3に示す。堤防点検では、第一のり面の発見数の割合が高い。一般巡視でも同様に第一のり面での発見数の割合が高い結果となった。

堤防部位別に面積別割合を算定した結果を図-4に示す。堤防点検では、変状面積が 1.0m^2 以下の場合において、各堤防部位ごとで大きな差異は見られない。一方、一般巡視では、図-2に示した特徴に対応して、変状面積が 0.1m^2 以下の割合が各部位とも小さい。また、変状面積が $0.1\sim 1.0\text{m}^2$ の場合、堤防天端から遠い部位ほど発見数の割合が小さくなる傾向がみられる。

以上のことから、堤防点検と比較して、一般巡視では、小さな変状は発見しにくい傾向が見られ、特に巡視経路の堤防天端から遠い部位ほどその傾向は強くなる。また、巡視経路の堤防天端から近い部位の発見数の割合が高い傾向となっているが、堤防点検においても割合が高く、変状の発生の多さの要因も重なり堤防部位別の傾向は把握できなかった。

[今後の課題]

本研究は、各点検の結果を量的に分析することで、点検速度と変状の発見数の関係、変状の大きさとその発

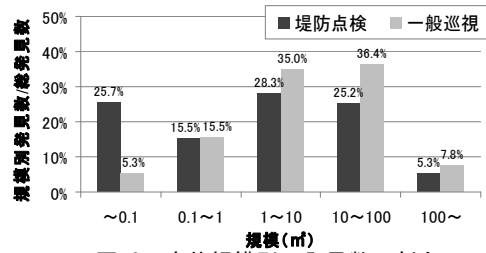


図-2 変状規模別の発見数の割合

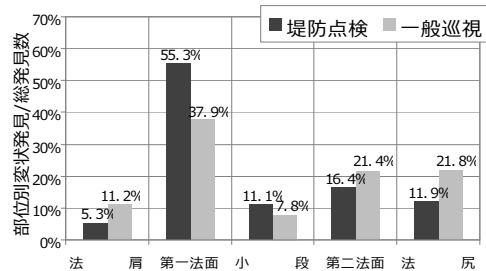
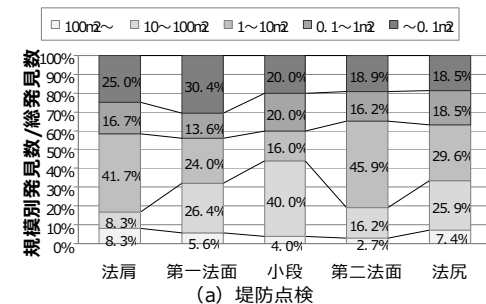
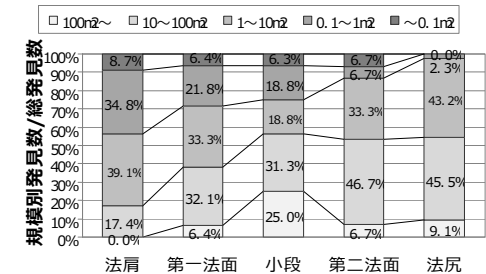


図-3 堤防部位別の発見数の割合



(a) 堤防点検



(b) 一般巡視

図-4 堤防部位別の規模別発見数の割合

見部位から各点検の実態について考察することができた。しかし、河川堤防の変状は、例えば亀裂のように幅が狭く細い変状もあり、大きさのみで発見特性を論じることはできない。また、検討中に除外した、モグラ等の小動物の穴、しぼり水についても、検討していく必要がある。また、本検討は、一河川の点検記録を使用しているため河川堤防の諸元、地域などの違いにより結果が異なる可能性があるため、他の河川のデータの蓄積を行い検討することが重要となる。

[成果の発表]

今後、土木学会の全国大会年次学術講演会にて発表を予定している。

気候変動下での大規模水災害に対する施策群の設定・選択を支援する基盤技術の開発

Development of basic technique for supporting arrangement and selection of measures against large flood disasters under the global climate change

河川研究部 河川研究室

(研究期間 平成 22～25 年度)
室 長 服部 敦
主任研究官 菊森 佳幹

[研究目的及び経緯]

国土の高度利用に比して水災害に対する整備水準が低い我が国の特徴を踏まえ、気候変動適応策としての水災害リスク低減を早急に進めることが極めて重要である。本研究は、流域特性を踏まえた施策オプション設定手法、超過洪水に係る水災害リスク評価手法等に関する検討を行い、具体的な施策群の設定・選択を支援する基盤技術を開発するものである。

平成 23 年度は、気候変動への適応策が効果を発揮するための諸条件を明らかにするため、東北地方の河川をモデル流域として、河川整備、ダム事前放流および河積・樹木管理による氾濫発生確率や氾濫被害の低減効果を試算し、評価した。

気候変動に伴う極端気象に強い都市創り

Experiments on Extreme Weather Resilient Cities

河川研究部 河川研究室
河川研究部 水資源研究室

(研究期間 平成 22～26 年度)
室 長 服部 敦
主任研究官 川崎 将生
研 究 官 土屋 修一
研 究 官 加藤 拓磨

[研究目的及び経緯]

本研究は、いわゆるゲリラ豪雨等による河川水位の急激な上昇に対して、河川内にいる利用者の安全、確実な避難を実現するため、警報の発令方法の高度化を目的としている。

平成 23 年度は、対象とする河川の降雨と水位の応答関係を把握するために現地水位観測を行った。警報発令という観点から水位の立ち上がりの特性について分析し、警報発令地点の上流の降雨状況とともに、警報発令地点周辺の降雨が急激な水位上昇に大きく寄与することが示された。また、レーダ雨量情報を用いた警報発令の検討を行い、水位情報のみから水位上昇を予測し警報を発令することよりも、空振りを少なくすることを可能とした。

災害調査を活用した技術基準の改訂の検討

Revision of technological standard based on lessons learned from disaster investigations

河川研究部 河川研究室

(研究期間 平成 20 年度～)
室 長 服部 敦
主任研究官 福島 雅紀
研 究 官 中嶋 啓真

[研究目的及び経緯]

河川管理施設の被災メカニズムを解明することで得られる技術的知見は、各種基準類の改定を検討する上での基本的な情報であり、それらの情報を蓄積・共有化することは重要である。本検討は、災害時に迅速に現地調査を実施することで、被災メカニズムの解明を行い、収集した新たな知見を基に、技術基準の改訂等に反映するものである。

平成 23 年度は、東北地方太平洋沖地震に伴う津波の来襲によって被害を受けた阿武隈川、名取川、鳴瀬川、新北上川を対象として、河川堤防の被災状況と津波遡上時の外力との関係について検討した。また、出水等で被災した堤防・床止め工の原因調査を行うため、子吉川水系子吉川・石沢川、黒部川水系黒部川、川内川水系川内川、阿賀野川水系阿賀野川、信濃川水系信濃川・五十嵐川・刈谷田川、新宮川水系熊野川・相野谷川、那智川水系那智川、古座川水系古座川、庄内川水系庄内川の現地調査を実施した。

河川生態を支える物理基盤の状態評価及び変化予測に関する調査

Research on condition evaluation and change prediction of the physical environment supporting river ecosystem

河川研究部 河川研究室

(研究期間 平成 22～24 年度)
室 長 服部 敦
主任研究官 福島 雅紀
研 究 官 武内 慶了

[研究目的及び経緯]

本研究は、河道の維持管理において治水安全度と河川環境を一体的に評価することで、流下能力の確保にあたって必要となる河積の増大と樹木伐採等のバランスを考え、より良い河道管理を行うことを目的とする。

平成 23 年度は、河川研究室が開発を進めてきた植生消長を考慮した平面二次元河床変動計算モデルを五ヶ瀬川水系北川に適用し、過去 8 年間で生じた河床形状、河床材料および植生の変化について再現計算を実施した。長期計算を行う上での計算モデルの課題を抽出し、洪水減衰期の低流量時の計算方法を修正するとともに、植生消長モデルのパラメータを調整した。その上で、今後 15 年間の予測計算を行い、同一の流下能力を維持することを前提に、河道掘削形状や樹木伐採範囲等の維持管理の方法を数通り変え、流下能力、管理コスト、河川生態の観点で比較し、最適な河道管理手法を検討した。

河道変化を前提とした改修及び維持管理の最適化手法に関する調査

Research on the river improvement and management in consideration of the characteristics of river changes

河川研究部 河川研究室

(研究期間 平成 22～24 年度)
室 長 服部 敦
研 究 官 武内 慶了

[研究目的及び経緯]

本研究は、流下能力向上の手段としての河道掘削を対象とし、河積変化を見込み、将来生じうる維持管理労力を最適化する合理的な河道設計法の確立を目的としたものである。その基本的考え方として、①目標とする流下能力を確保していく一手法としてマージン（土砂の堆積空間として予め設定される河積）を設けること、②その大きさを河積変化速度等を考慮して設定することを挙げている。その検討にあたっては、予測技術が進んでいない細粒土砂堆積に伴う高水敷形成・川幅縮小現象を主たる対象としている。今年度はまず、予測技術の開発に主眼を置き、ウォッシュロード的挙動を示す細粒土砂の供給及び、植生による捕捉・堆積機構を考慮した平面 2 次元河床変動計算モデルを作成し、これを用いて川内川で生じた河道変化の再現計算を行った。堆積形状や一連区間における堆積量について、比較的良好な再現結果を得たものの、堆積材料の粒径の再現性、つまり供給する細粒土砂粒径の与え方にやや課題が残る結果となった。

治水施設の信頼性評価に関する調査検討

Research on risk-based analysis for flood disaster mitigation facilities

河川研究部 河川研究室
水資源研究室

(研究期間 平成 23～25 年度)
室 長 服部 敦
主任研究官 板垣 修
研 究 官 加藤 琢磨

[研究目的及び経緯]

社会資本整備審議会の答申「水災害分野における地球温暖化に伴う気候変化への適応策のあり方について」（2008年6月）等を踏まえ、気候変動を考慮した水災害対策が喫緊の課題となっているが、同対策の検討には水災害リスクの的確な評価が極めて重要である。

本研究は上記水災害リスク評価に必要な不可欠である河川堤防等治水施設の信頼性評価手法について調査検討するものである。

本年度は、同信頼性評価について先進的な取り組みを行っている米英蘭における河川堤防の信頼性評価手法について調査・分析し、我が国の河川堤防に係る土質・出水特性を踏まえ一連区間の堤防の信頼性を試算した。

水情報国土関連業務

Management support of Water Related Data Management Center

河川研究部 河川研究室

(研究期間 平成 22～23 年度)
室 長 服部 敦
研 究 官 武内 慶了

[研究目的及び経緯]

国土交通省では、河川情報データを統合的に管理・提供するシステムとして水情報国土データ管理センターを構築し、河川管理者、関係機関等へ河川情報データを広く提供している。国土技術政策総合研究所では、水情報国土データ管理センターの更なる利用促進を図るため、河川定期縦横断データベースをはじめとする各種データベースの整備、関連システムの改良、データの共有化・利用促進に関する研究を行っている。

平成 22 年度及び 23 年度は、河川定期縦横断データ等の管理、データベース化を行うとともに、水情報国土データ管理センターにおけるシステム及びデータの管理支援を行った。

XバンドMPレーダ配信における機能実装等

Implementation for delivery of rainfall information by X-band MP radar

河川研究部 河川研究室
水資源研究室

(研究期間 平成 22 年度～)
室 長 服部 敦
主任研究官 川崎 将生
研 究 官 土屋 修一

[研究目的及び経緯]

本業務は、XバンドMPレーダ雨量情報を試験配信するための各種検討及び観測精度、品質向上についての検討を行うものである。

平成 23 年度は、7 地域に整備された 15 台の XバンドMPレーダの試験運用開始に向けて、観測仰角の検討、観測データの品質検証、雨量算定パラメータの同定、雨量観測精度の検証を行った。その結果、平成 23 年度 7 月より静岡地域を除く 6 地域（静岡地域のみ 9 月）で試験運用が開始された。また、試験運用後も観測精度の向上を図るために最適な観測仰角の検討、合成処理手法の高度化を行った。その結果は、現在の観測設定に実装され運用されている。

CommonMP 関連業務

Development and Maintenance of Common Modeling Platform for water-material circulation analysis

(研究期間 平成 22～24 年度)

河川研究部 河川研究室

室 長 服部 敦

主任研究官 菊森 佳幹

[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て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、国土交通省河川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 23 年度は、CommonMP Ver1.1 の改良 (マルチスレッド対応や操作性の改善) や水文水質データベース接続ツールの開発を行うとともに、CommonMP 開発・運営コンソーシアムの中で要素モデルの公開・登録手続きを検討し、要素モデルライブラリを公開するとともに、要素モデルの登録手続きを開始した。

豪雨による都市域内水氾濫対策に関する調査

Investigation for inundation inside a levee in urban basin by heavy rainfall

(研究期間 平成 21 年度～)

河川研究部 河川研究室
水資源研究室

室 長 服部 敦

主任研究官 川崎 将生

研 究 官 土屋 修一

[研究目的及び経緯]

近年の豪雨の頻度増加し内水被害が頻発しているため、流域全域での水災害監視、予測の高度化が必要とされている。本業務は、XバンドMP レーダ雨量情報を用いた氾濫予測の高精度化等の技術開発や豪雨・洪水監視の高度化に資する情報提供手法についての検討を行うものである。

平成 23 年度は、都市域における実用可能な氾濫計算手法の開発をするために、既存の氾濫シミュレーションモデルに地表面排水能力に起因する氾濫過程を追加し、浸水シミュレーションを行った。その結果、既存の氾濫シミュレーション手法では表現できなかった浸水実績箇所を再現することを可能とした。

河川技術共同研究

Investigation of New River Technology

(研究期間 平成 21 年度～)

河川研究部 河川研究室
水資源研究室
危機管理技術研究センター 水害研究室

[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 23 年度は、「X バンド MP レーダ等の観測情報の活用に関する技術開発」、「合成開口レーダ (SAR) を利用した防災情報把握に関する技術開発」、「新材料を用いた樋門樋管ゲートの性能設計・施工技術に関する技術」、「河道整備・管理に関する技術研究開発」、「河川管理のためのモニタリング手法の合理化・高度化技術に関する技術研究開発」について、委託研究を行った。

東北地方太平洋沖地震津波痕跡高及び堤防損傷調査

Research of the height of the tsunami trace and a damaged dike caused by the Pacific coast of Tohoku Earthquake

(研究期間 平成 23 年度)

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

室長	諏訪 義雄
Head	Yoshio Suwa
主任研究官	野口 賢二
Senior Researcher	Kenji Noguchi
研究官	鳩貝 聡
Researcher	Satoshi Hatogai

The tsunamis generated by the "2011 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake" gave huge damage to along Iwate, Miyagi and Fukushima coasts. 190km of about 300km dike length of those area total were partially or completely collapsed by the tsunamis. We investigated the height of the run-up tsunami trace and damage conditions of the coastal dikes along coasts of Aomori, Fukushima (except radiation refuge area), Ibaraki and Chiba. The investigation results will be conjugated to hard and soft measure of the restoration / reconstruction and basic data of the research of measures for reduction of the tsunami damage.

【研究目的及び経緯】

平成 23 年 3 月 11 日 14 時 46 分発生の東北地方太平洋沖地震による津波が青森県から千葉県沿岸に来襲し、特に岩手県、宮城県、福島県の 3 県の海岸堤防約 300km の内、190km が全壊若しくは半壊の被災を受けた。今後の復旧や復興計画、避難システムを検討する上で、各沿岸の津波外力を評価する必要がある。

国土技術政策総合研究所は、津波による海岸施設の被災や堤内地における被害及びその軽減策に関する研究に取り組んできた。

本研究では、東北地方太平洋沖地震の津波の痕跡高及び海岸堤防損傷調査を実施し、津波被害の軽減策の研究の基礎資料とするとともに今後の復旧・復興のハード施策やソフト施策に活用することを目的とする。

【研究内容】

青森県、福島県（避難区域除く）、茨城県、千葉県の水管理・国土保全局所管海岸の津波痕跡高調査及び海岸堤防損傷調査を実施した。

調査方法については、下記に示す。

(1) 津波痕跡高調査

①痕跡測定位置の決定

目視により、痕跡高を測定する位置を決定する。津波の痕跡の代表的なものとしては、壁に残った浸水跡、植生の変化（色、きず、傾斜）、打ち上げられた漂流物（瓦礫、ごみ）等がある。

②痕跡位置の測定

痕跡高測定位置を決定したら、写真撮影位置の緯度経度をハンディ GPS により計測した。測定時の潮位についても計測し、とりまとめ時に潮位補正ができるようにした。

③痕跡高の測定

痕跡直下の地盤面から痕跡までの高さをスタッフ（箱尺）により簡易的に計測した。次に、トータルステーション（TS）を用いて痕跡直下の地盤高を計測した。その際、最初に潮位面を計測しておき、その高さを基準高とした。

(2) 海岸堤防損傷調査

①調査箇所の決定

目視により現状で破損していると判断できたものと、既に施設管理者により応急復旧がなされていると判断できたものを対象とする。

②調査位置の測定

ハンディ GPS により計測した。

③写真撮影

スタッフ等を用い、被災規模がわかるように配慮し、被災箇所のみでなく、周辺状況も撮影した。

【研究成果】

(1) 青森県・福島県区間

青森県尻屋崎から岩手県境まで、及び福島県内の原子力発電所被災に伴う避難区域を除く水管理・国土保全局所管海岸の 67.3km を対象とする。

今回調査対象海岸における津波痕跡高結果を図-1, 2

に、海岸堤防損傷状況を写真-1, 2 に示す。

青森県区間の越流水深は、0.5～2.5m 程度と推定される。三沢市から八戸港までの間で海岸堤防・護岸の被災が見られた。八戸港より南側の三陸地域では護岸の被災は見られなかった。福島県区間の越流水深は、北部と南部で異なり北部は4～8m、南部は0.5～4m程度と推定される。堤防被災状況も北部と南部で異なり、北部は破堤全壊と海岸線後退が複数箇所で見られているが、南部は破堤・全壊と海岸線後退は生じていない。

(2) 茨城県区間

茨城県五浦海岸から下津海岸の水管理・国土保全局所管海岸の79kmを対象とする。

今回調査対象海岸における津波痕跡高結果の一部を図-3に、海岸堤防損傷状況を写真-3に示す。

越流水深は、0～2m程度と推定され、被災状況は波返し工の倒壊と天端保護工の被災が特徴的である。

(3) 千葉県区間

千葉県犬吠埼から鵜原海岸までの水管理・国土保全局所管海岸の87.6kmを対象とする。

今回調査対象海岸における津波痕跡高調査結果のうち木戸川周辺の痕跡高結果を図-4に、海岸堤防損傷状況を写真-4に示す。

越流水深は、0～1.5mと推定され、被災状況は、九十九里海岸の北部に多く、天端管理用道路裏法面の被災、砂浜消失海岸の天端陥没等である。

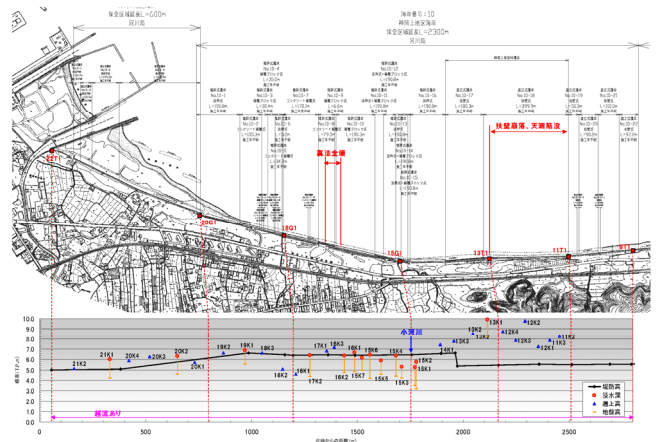


図-3 津波痕跡高結果の一部（茨城県区間）

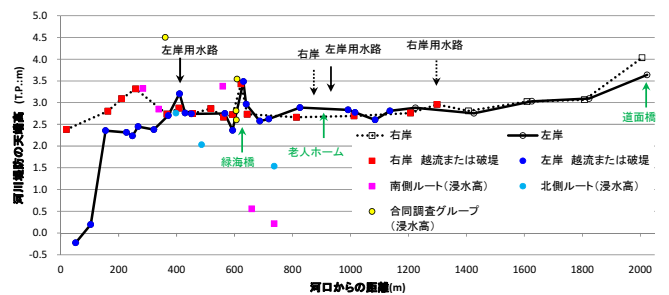


図-4 木戸川津波痕跡結果（千葉県区間）

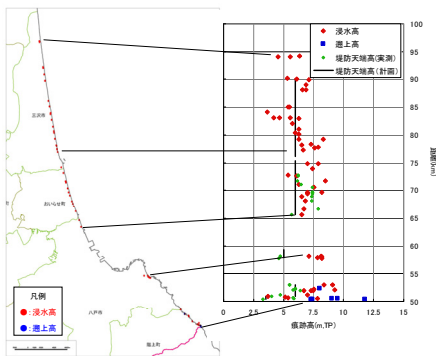


図-1 津波痕跡高結果（青森県区間）

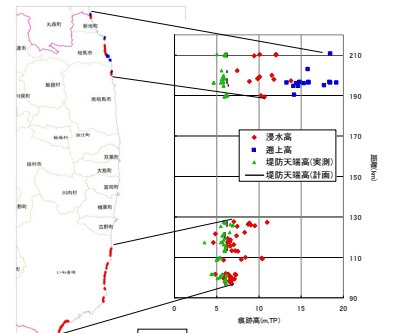


図-2 津波痕跡高結果（福島県区間）



写真-1 一川目地区海岸



写真-2 古磯部地先海岸



写真-3 銚田海岸



写真-4 野手海岸

〔成果の活用〕

本調査結果は、今後の津波被害の軽減策の研究の基礎資料として活用される。

DNA マーカーによる砂浜の生態系ネットワークの解明

Research on ecological network among coast using DNA markers

(研究期間 平成 21～23 年度)

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

室長 諏訪 義雄
Head Yoshio SUWA
研究官 渡邊 国広
Researcher Kunihiro WATANABE

Ecological similarities between 13 sand beaches were assessed based on the results of the hierarchical cluster analysis and DNA analysis. The cluster analysis was carried out using the presence-absence data of 8 coastal plants and loggerhead sea turtle, and suggested the existence of ecological boundaries on Hamamatsu-Ise and Miyazaki-Fikiagehama. The genetic analysis using partial sequence of coastal plant cpDNA showed the restriction of gene flow between sand beaches on smaller geographical scales. These result suggested the need for reviewing the regional coastal management units from the point of ecological and genetic features.

【研究目的及び経緯】

これまでの海岸行政では、流砂系を単位として海岸保全の基本計画が策定されてきたが、砂浜生態系保全の観点からは全く異なる単位で管理をおこなったほうが効率的となる可能性がある。なぜならば、海浜生物の中には、自身による移動や種子散布などによって、地理的に連続していない砂浜への移入が可能なものも多いからである。そのため、生物学的な観点からはこのような“海上の道”によって連結される砂浜間のネットワーク構造を踏まえて砂浜の保全単位を設定することも必要となってくる。本研究では日本全国の砂浜における複数種の海浜生物の生息状況およびの DNA の地理的変異をもとに、砂浜間の生物学的な類似性を明らかにすることで、砂浜間の生態系ネットワークの実態に迫ることを目的とした。

【研究内容】

2010 年から 2011 年にかけて国内 13 箇所の海岸 (図-1) を対象に現地調査を実施し、アカウミガメ *Caretta caretta* による産卵の有無および、現時点での 8 種の海浜植物の生育の有無を調査した。さらに、アカウミガメについては mtDNA の調節領域と核 DNA マイクロサテライト領域を、海浜植物については葉緑体 DNA のイントロンを分析し、これらの地理的な変異を調査した。なお、対象とした海岸には富士海岸や下新川海岸など礫浜が多い海岸も含まれるが、砂浜の条件をなるべく揃えるために、そのような地域の中でも細砂～中砂が堆積した箇所を探して調査をおこなった。

【研究成果】

(1) 海浜生物の生息状況にもとづく砂浜の分類

現地調査で確認された各砂浜における海浜生物の在・不在データ (表-1) から砂浜間の Jaccard 類似度指数を算出し、Ward 法による Cluster 解析をおこなった。その結果、各砂浜は下新川・新潟・奥尻島・胆振・仙台湾南部海岸の北方グループ、富士海岸から宮崎にかけての黒潮沿岸グループ、吹上浜・宮古島の東シナ海グループの大きく 3 グループに分類され、地理的な



図-1 現地調査を実施した砂浜

表-1 海浜生物の生息状況確認結果

種名	海岸名												
	胆振	仙台湾南部	富士海岸	浜松	伊勢湾西南	蒲生田	高鍋	宮崎	吹上浜	宮古島	下新川	新潟	奥尻島
ハマヒルガオ	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
ハマニガナ	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
ハマエンドウ	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
コウボウムギ	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
ハマボウフウ	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
ハマゴウ					●	●	●	●	●	●	●	●	●
ハマナス	●												●
ゲンバイヒルガオ								●	●	●	●	●	●
アカウミガメ(産卵)			●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●

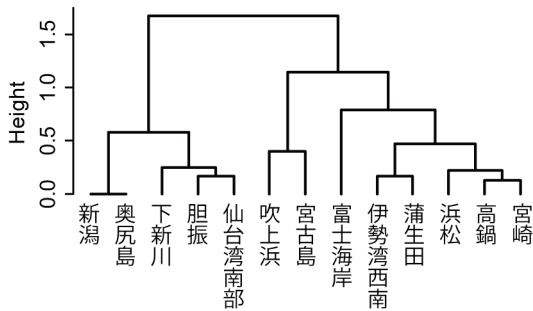


図-3 海浜生物の在・不在データに基づく各砂浜の類似性

位置関係に概ね対応した結果となった(図-3)。

しかし詳細なグループ分けに着目すると、伊勢湾西南海岸が浜松よりも蒲生田海岸と類似性が高かったこと、宮崎海岸と吹上浜が離れたグループに分類されたことなど、緯度や地理的な距離とは対応しない結果も見られ、何らかの生態的な障壁が存在することが示唆された。

(2) DNA のタイプによる分類

各海浜生物について実施した DNA 分析の結果は種によって異なり、各種の繁殖や種子散布等の生態を反映したものと考えられた。ここでは例としてハマエンドウ *Lathyrus japonicus* とアカウミガメ についての分析結果を示す。

ハマエンドウについては、58 個体を対象に葉緑体 DNA の psbA-trnH と atpI-atpH の 2 領域の約 1,100bp の塩基配列を決定した結果、5 タイプの DNA の型(ハプロタイプ)が確認された(図-4 左)。ハプロタイプの出現頻度を砂浜間で比較すると、ハプロタイプ a が大部分を占める点は各砂浜で共通していたものの、前述のクラスター分析では同じグループに分類されていた下新川・胆振・仙台湾南部海岸のうちで、仙台湾南部海岸でだけハプロタイプ f を持つ個体が確認された。同様にクラスター分析で同じグループに分類された浜松と高鍋・宮崎の間にも各ハプロタイプの頻度に違いが見られ、こうした分化は種子散布による砂浜間の交流が、黒潮や親潮よりもさらに小スケールの分枝流等の流況に依存している結果と考えられた。このことは、現地調査で確認されたハマエンドウの広範な分布(表-1)は、過去に達成されたものに過ぎず、現在はある程度の地域単位で砂浜間の交流が閉じていることを示唆する。

アカウミガメについては、5 地域で産卵した計 279 個体の雌個体を対象に分析したところ、mtDNA 調節領域約 640bp についてはハプロタイプ頻度に産卵浜間で有意差が見られたが ($F_{ST}=0.094, p<0.001$) (図-4 右)、核 DNA マイクロサテライト領域 (5 領域を分析) では

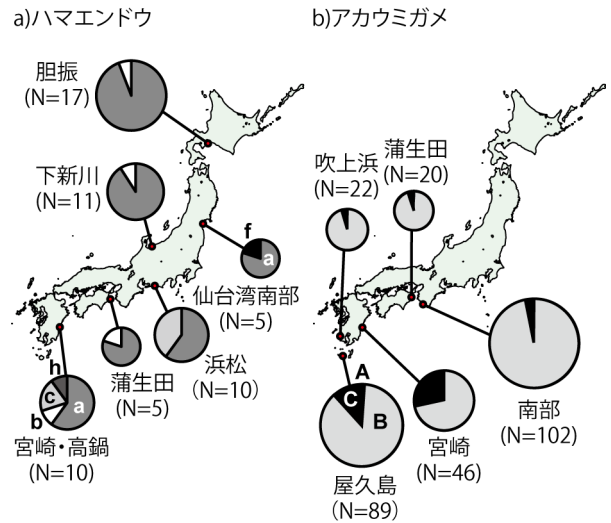


図-4 ハマエンドウ(a)およびアカウミガメ(b)の DNA ハプロタイプの地理的分布 (各円の面積は分析したサンプル数に比例する)

地域間で遺伝的な違いが認められなかった¹⁾。この結果は、母系遺伝する mtDNA については雌個体の母浜回帰性によって砂浜間が遺伝的に隔離されている一方で、核 DNA については雄との交尾を通じて砂浜間の遺伝的交流が保たれていることを示すと考えられた。新たに創出もしくは再生された砂浜が産卵場として利用されるか否かは、雌の砂浜選択に依存することを考えれば、mtDNA の結果が重要であり、少なくとも吹上浜、屋久島、宮崎は別々の管理単位として保全する必要があると考えられた。

これらの結果例は、ハマエンドウやアカウミガメのように広い範囲に分布している種であっても現時点では砂浜間の交流が経たれている場合があり、DNA レベルの差異まで考慮する必要があることを示す。海岸管理の観点からは、アカウミガメのような希少種については種特異的な砂浜間の交流状況も考慮する必要があるが、それ以外の生物については複数種で共通に見られる地理的な単位が特に重要となる。今回は日本全体での概要把握を目的としたが、今後はさらに小さな地理スケールで砂浜間の具体的な交流境界を把握していく必要がある。

[成果の発表]

1) Watanabe et al. (2011): Population structure of the loggerhead turtle *Caretta caretta*, a large marine carnivore that exhibits alternative foraging behaviors, Marine Ecology Progress Series, vol. 424, 273-283.

海浜植物についても結果を随時公表していく予定

[成果の活用]

省内委員会等における参考資料とする。

生きた砂浜の再生手法に関する研究

Rehabilitation for the ecological status of sandy shores

河川研究部 海岸研究室

(研究期間 平成 22～24 年度)
室 長 諏訪 義雄
研 究 官 渡邊 国広

[研究目的及び経緯]

本研究では、波浪による攪乱が海浜生態系に及ぼす影響を明らかにすることで、適度な攪乱を許容した新たな海岸保全手法を提案することを目的とし、海浜の植生および砂浜の物理環境に関する現地調査によって、波浪の来襲に伴う植生・砂浜環境の遷移過程を明らかにする。さらに得られた現地調査の結果をもとに、砂浜の環境遷移モデルを構築する。

本年度までの伊勢湾西南海岸における現地調査から、新たに出現した砂浜空間のうち波浪が遡上する区間では、内陸で生育する1年生のメシバ群落やヒメムカシヨモギ群落が優占した後に、平成23年の台風シーズンを境に砂浜で一般的なコマツヨイグサ-ハマヒルガオ群落優占へと遷移したのに対して、沖側が遮蔽された区間では多年生のヨモギ群落が優占したまま変化しなかったことが確認された。土壌環境調査では沖側遮蔽区間では他の調査区間と比較して海浜表層の強熱減量上昇が顕著であること、土壌硬度が高くなっていることが観測され、砂浜の土壌環境が緩やかに変化しつつあることもわかった。これらの結果から、年数回程度の波浪作用が砂浜の土壌環境の変化を抑制することで海浜植生生育の基盤を整えたいうで、数年に1回程度の攪乱イベントを契機に海浜植生への遷移が達成されたものと考えられた。

災害対応を改善する津波浸水想定システムに関する研究

Research on Tsunami Inundation Estimation System to Improve Disaster Response

河川研究部 海岸研究室

(研究期間 平成 23～25 年度)
室 長 諏訪 義雄
主任研究官 加藤 史訓
研 究 官 鳩貝 聡

[研究目的及び経緯]

地震直後から津波による浸水の危険性がなくなるまでの間、河川等の施設管理者がパトロールの是非・範囲の判断、立入規制等の災害対応を適切に実施するためには、津波ハザードマップに示されている想定最大規模の浸水想定範囲ではなく、津波警報で示される予想津波高に応じた浸水の範囲や深さが想定される必要がある。

本研究では、津波警報への施設管理者の災害対応を改善するため、最新の海岸堤防等の耐震化進捗状況を反映し、津波警報で示される予想津波高に対応する津波浸水の範囲・深さを迅速に想定できる「津波浸水データベース」とともに、水門閉鎖状況等の実態を反映して浸水想定範囲を的確なタイミングで精度良く更新できる「津波浸水計算システム」、津波浸水継続時間の見通しを想定できる「津波浸水減衰想定モデル」を構築する。23年度は、津波浸水データベースおよび津波浸水計算システムの仕様検討のため、津波の高さ予想の各区分に対応した断層モデルの設定方法を検討し、設定された各断層モデルを用いて浸水範囲を計算した上で、津波の高さ予想の各区分における最大の浸水範囲を試算した。

移設可能な海岸保全施設の整備に関する検討

Research for constructing removable coastal facilities

河川研究部 海岸研究室

(研究期間 平成 22～24 年度)
室 長 諏訪 義雄
主任研究官 野口 賢二
研 究 官 渡邊 国広
部外研究官 関口 陽高

[研究目的及び経緯]

本研究では、移設可能な工法としてのサンドバック工法について、利用・環境に関する配慮事項、安全性能の基準、施工・移設方法、維持管理方法に関して「サンドバック工法の手引き（案）」を作成しようとしている。

今年度は、宮崎海岸において共同研究の枠組みのもと宮崎河川国道事務所の養浜工事と連携し背後砂丘崖面の後退を防ぐための護岸状施設としてサンドバック工法を適用することを想定した現地実験を実施した。サンドバックを設置するための地盤整形を行い共同研究参画三社がサンドバックを施工した。それら各過程において必要となった歩掛り・機械をまとめ施工に関する評価を行った。構造面ではサンドバック同士が突き合わせとなる部分において改良の余地があることが明らかとなった。

衛星画像による砂浜等モニタリング技術の開発

Development of monitoring method on coastal area using satellite images

河川研究部 海岸研究室

(研究期間 平成 23～25 年度)
室 長 諏訪 義雄
研 究 官 渡邊 国広

[研究目的及び経緯]

本研究では、国土保全上重要な海岸線や EEZ の基点となる低潮線保全区域の変状を早期に探知するうえで必要となる衛星画像を用いた沿岸域のモニタリング手法を開発することを目的とし、従来の空中写真判読の適用範囲の検討、衛星によって取得された波長別観測データの解析による浅海域の海底微地形の把握手法の検討をおこなう。

本年度は、これまで砂浜の汀線変化の把握に用いられてきた空中写真判読の岩礁・サンゴ礁等微地形に対する適用性を確認するために、日本沿岸の 9 海域に位置する 35 の岩礁等微地形をモデル地形とし、各地形につき 5～10 時期、延べ 297 枚の空中写真判読をおこない、撮影状態と地形の判別判読可能性、撮影条件を整理した。その結果、日本海側では最低水面から 1.0m 以上の高さに頂部が位置する岩礁等については撮影条件によらず安定して形状判読が可能であったのに対して、太平洋側で形状判読が常に可能となるためには最低水面から 2.0m 以上に頂部が存在せねばならないことがわかった。日本海側で頂部が 1.0m 以下、太平洋側で頂部が 2.0m 以下となる地形についてはこれまでの可視光による写真判読ではなく、次年度以降に開発する衛星画像の波長別解析手法などを適用せねばならないことが確認された。また、サンゴ礁地形の場合には海水の透明度の高さと平坦な頂部形状のために海面との境界が判読しにくい場合が多く、海岸線よりも海中部分まで含めた地形全体をモニタリングしていく方法のほうが適しているものと考えられた。

地震・津波災害を踏まえた堤防構造の見直しにかかる調査

Research on Improvement of Coastal Dike Structures Based on Lessons Learned from the Great East Japan Earthquake

(研究期間 平成 23～24 年度)

河川研究部 海岸研究室

室 長 諏訪 義雄
主任研究官 加藤 史訓
研 究 官 渡邊 国広
研 究 官 鳩貝 聡

[研究目的及び経緯]

東北地方太平洋沖地震による津波災害を受けて、今後は、比較的頻度が高い一定程度の津波に対して海岸保全施設等の整備を進めていくこと、および設計対象の津波高を超えた場合でも施設の効果が粘り強く発揮できるような構造物の開発を進め、整備していくことが必要とされた。

本調査では、海岸堤防の粘り強い構造について検討する。23 年度は、津波浸水シミュレーションにより海岸堤防の効果を把握する一方、津波が越流した海岸を対象に越流水深および被災状況を整理して被災実態および数値解析の結果から構造上の工夫点を見出した後、数値解析および模型実験により裏法尻の洗掘機構および洗掘対策、裏法被覆工の構造について検討した。

高潮・高波による浸水被害の軽減に関する調査

Research on Mitigating Flood Disaster Induced by Storm Surges and High Waves

(研究期間 平成 23～25 年度)

河川研究部 海岸研究室

室 長 諏訪 義雄
主任研究官 加藤 史訓
研 究 官 鳩貝 聡

[研究目的及び経緯]

高波災害対策検討委員会の中間とりまとめ等を受けて、各海岸のうちあげ高をリアルタイムで予測し都道府県等に配信するシステムを、富山湾、駿河湾、伊勢湾、大阪湾、播磨灘等を対象に運用しているところであるが、その水防や避難への活用をさらに図るためには、高潮・高波を考慮した浸水想定区域の設定等と併せて、うちあげ高予測のさらなる精度向上方法の検討を進めていく必要がある。

本調査では、観測データを用いた補正によりうちあげ高予測の精度向上を図るとともに、高潮・高波を考慮した浸水想定区域の設定手順を整理する。23 年度は、波浪及び潮位観測データを用いたうちあげ高予測の補正手法を検討するとともに、高潮・高波を考慮した浸水想定区域の設定手順をケーススタディにより整理した。

砂袋詰め工法の実用化に向けた基準策定に関する調査

Research for promoting application of geotextile on coastal areas

(研究期間 平成 22～23 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 官 渡邊 国広
部外研究官 関口 陽高

[研究目的及び経緯]

本研究では、砂袋詰め工法（サンドバック工法）による海岸保全施設の耐久性を始めとする性能照査方法の検討および機能発揮の限界とすべき施設変状の耐久性を始めとする性能照査方法の検討および機能発揮の限界とすべき施設変状の程度についての検討に必要な根拠データを取得するために、水理模型実験、砂袋基布の現地暴露試験および室内試験を行ってきた。

今年度は、仙台湾南部海岸、下新川海岸、駿河海岸、宮古島において砂袋基布の陸上および海中に設置した暴露試験体の一部を回収し各種強度試験を実施した。また、前年度において砂浜海岸における摩耗度推定が課題として残ったことからウォータージェット方式によるコンクリート摩耗試験手法を開発するとともに現地の詳細な摩耗調査から砂浜海岸における摩耗量の推定手法を提案した。

没水型ヘッドランドに関する調査

Research for submerged type artificial headland

河川研究部 海岸研究室

(研究期間 平成 23～25 年度)

室 長 諏訪 義雄

主任研究官 野口 賢二

[研究目的及び経緯]

ヘッドランドは沿岸漂砂を制御するために大規模になることから、現地での合意形成を難しくしている面がある。ヘッドランドの一部を没水状態にすることにより、海岸利用や景観への影響や建設費を軽減しつつ所要の漂砂制御機能が得られると考えられるが、そのような没水型のヘッドランドの施工実績は国内外においてほとんどなく詳しい性能も明確にされていない。そこで、漂砂制御機能や安全性能の照査方法、管理手法に関する没水型施設のマニュアルを策定することを目的としている。

今年度は、ヘッドランドのヘッド部（傘の部分）を没水型とした場合の地形変化を大型水理模型実験より調べた。この結果、砕波により形成されるバーを移動・変形が小さい物体に置換しても海浜の地形変化は顕著でないことが明らかとなった。

東日本地域における水力発電の増強に関する検討

Study of the potential of increasing water-power production in east Japan areas

(研究期間 平成 23 年度)

河川研究部水資源研究室
River Department
Water Management and Dam Division

室長	鳥居 謙一
Head	Kenichi TORII
主任研究官	山本 陽子
Senior Researcher	Yoko YAMAMOTO
研究官	豊田 忠宏
Researcher	Tadahiro TOYODA

Increasing electric-power production has been expected after the Great East Japan Earthquake. Utilization of unused water-energy on the established dams and power plants is effective in order to increase of electric-power by low costs and CO2 emission. Changing the operation of Multi-purpose dam reservoirs, to raise the water level or to use more deposited water quantity, will make some gain of the water generation power of the dam. We assume 4 patterns of changing the dam operation and calculate the amount of increase the water-power production. Furthermore, we estimate the impacts on the flood control or water resource management facilities and environment in reservoirs, and restrictions by the existing system, laws or regulations related dams, following the change of the reservoir operation. On the other hand, this study also evaluates the potential of the other measures of increasing water-power production, such as the establishment of the new small water-generations for dam management.

〔研究目的及び経緯〕

東北地方太平洋沖地震に端を発する電力供給の逼迫は、今後も長期間に渡り影響が及ぶ可能性がある。水力発電は、太陽光や風力と同様、再生可能エネルギーであり、これらの新エネルギーと比較して技術的な熟度の高いため、大きな期待が寄せられているところである。今後の普及・促進が期待される中小水力発電と比較して、ダム等を利用した大水力発電は、新規開発こそ大きな初期投資が必要となるが、貯水池の運用変更等、既設の発電設備を利用して新規投資をとまわずに、あるいは、管理用発電機器の新設のように既設ダムの未利用水量・落差等を活用することにより新設よりもはるかに安価に、発電電力量の増電が可能であれば、今後の電力供給の一助として有効な方策となり得る。

本研究は、東日本地域（商用電源周波数が 50Hz の区域、以下同じ）において、国土交通省所管の多目的ダム及び電気事業者発電施設の発電機能の増強手法について検討し、各対策手法の発電電力量の増電ポテンシャルを算定するとともに、実施にあたっての制度や環境影響等の制約を検討したものである。

〔研究内容〕

(1) 多目的ダムにおける貯水池運用変更に伴う増電策の整理

(2) 多目的ダムにおけるハード対策を伴う増電策の整理

(3) 発電専用ダムにおける増電策の整理

(4) 電気事業者アンケート及び意見交換

〔研究成果〕

(1) 多目的ダムにおける貯水池運用変更に伴う増電策の整理

東日本地域の発電目的を有する直轄・水資源機構管理ダムを対象に、既設ダム及び発電施設を利用して、ダム貯水位の運用変更による発電電力量の増電ポテンシャルを試算した。平成 12～21 年（平成 12 年以降に運用開始されたダムについては運用開始以降平成 21 年まで）の対象 10 年について、ダムの実績流入・放流量及び貯水位（日データ）から、既存発電設備の未利用部分（最大使用水量と実績発電使用水量との差）を試算し、これを利用した各年の年最大出力（kW）及び年間発電電力量（MWh）を算出した。ここで、下流への利水補給は現況の補給量を維持するものとし、無効放流量の活用と貯水池運用の変更による貯水位の変化、及び未利用の貯水量の活用による発電使用水量の増加による増電策を検討の対象とした。なお、貯水位の変動に伴う発電機器の最大・最小使用水位の超過、及び取水設備やダム堤体への強度条件の制約については、増電量の試算上は考慮していない。さらに、上記増電

策の実施に伴う、貯水池環境や利水・治水への影響、制度上の制約等についても整理を行った。

検討を行った増電策は、以下の(a)～(d)のとおりである。

(a) オールサーチャージ方式の変更

オールサーチャージ方式が採用されており、ゲート等によって常時満水位以上の水位まで貯水可能と考えられる3ダムにおいて、無効放流量を貯留して、非出水期の水位を常時満水位より2m程度上げることにより増電を行う。

(b) 利水放流の変更

利水完全従属の26ダムについて、春期の雪解けによる貯水位回復を見込み、他の利水者に影響の及ばない範囲で、無効放流量分の貯水量を事前に発電利用する。

(c) 洪水期の弾力的運用による増電の検討

現在、弾力的運用を行っていない26ダムについて、洪水期に制限水位の上に設定する弾力的活用容量を発電に利用して増電を検討する。この際、①弾力的活用容量の貯水位上昇（発電有効落差の増大）を増電に活用するケースと②弾力的活用容量の貯水量を発電水量として利用するケース（利用水量の増大）の2ケースについて試算した。

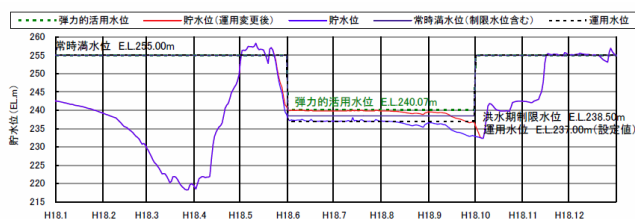


図 洪水期の弾力的運用による増電検討結果
(①のケース)

(d) 未利用水利の発電専用容量への転用

都市用水、農業用水の未利用水利を一定以上保有する16ダムについて、未利用水利に相当する利水容量を一時的に発電専用容量に貸与し、発電に使用する。

以上の試算により、方策(b)及び(c)の増電ポテンシャルが比較的高い結果となった。

(2) 多目的ダムにおけるハード対策を伴う増電策の整理

直轄・水資源機構管理ダムへアンケートを行い、発電機を通過していない a) 利水及び維持放流量、b) 導流壁の落差、c) 貯砂ダム、d) 副ダム、e) 魚道、f) その他の未利用水量・落差の有無による管理用発電の実施の可能性について整理を行った。提供された未利用落

差(m)及び平均年(総流入量が上位5番目の年)の日水量データに基づき、管理用発電を設置した場合の発電電力量の算出を行った。さらに、各ダムによる管理用電力の使用量の実績データより、余剰電力量(MWh)を算定するとともに、既設管理用発電の事業費を参考に、最大使用水量に基づき対象発電所の概算事業費及び維持管理費を推算し、B/Cを算出した。余剰電力の売電価格については、①既存管理用発電の売電単価の平均値のケースと、②今後の全量買取制度の活用による売電単価を仮定したケースとした。その結果、①43施設、②63施設で、B/Cが1を上回る結果となった。なお、本試算は未利用水量及び落差の有無のみでポテンシャルを判断しており、発電機設置箇所の制約等は考慮していない。

(3) 発電専用ダムにおける増電策の整理

東日本地域における流れ込み発電所であって、最大取水量が概ね平水流量以下の発電所22カ所を選定し、豊水流量まで最大取水量を増加させた場合の増電量(出力kW)を算出した。ここで発電所地点の流況は、同水系または近傍一級河川の流量観測所の過去10年の豊平低渇の流況より比流量で算出した。この結果、発電設備の更新と取水量の増加による増電ポテンシャルが見出された。

(4) 電気事業者アンケート及び意見交換

電気事業者連合会及び公営電気事業者経営者会議、一般電気事業者各社、電源開発(株)、東京発電(株)、水力発電を有する各道県企業局に調査にご協力いただき、多目的ダムの運用変更等に伴う増電の可能性と課題について、及び発電専用ダム等の施設の改築や運用変更等に伴う増電の可能性と課題について、アンケート調査及び意見交換を行った。その結果、単独ダムにおける増電方策と、上下流にシリーズ化された複数ダム全体での増電方策は異なる、といった意見があった。

【成果の発表】

今後、本研究の成果については発表を予定している。

【成果の活用】

各増電策による発電電力量の増電ポテンシャル及びその影響に関する検討については、今後、水力発電の促進に向けた検討における基礎情報とする。さらに、管理用発電の新規設置可能性調査については、地方整備局等における管理用発電実施の詳細検討の対象可能性ダムの一次選定結果として活用される。

地球温暖化に対応したダム等有効活用検討（渇水リスクの軽減）

Effective utilization of dams under climate change (Reduction of drought risk)

気候変動に伴う河川流況の変化予測に関する研究

Projection of river flow in Japan under climate change

（研究期間 平成 22～23 年度）

河川研究部 水資源研究室
Water and Dam Division, River Department

室長 鳥居 謙一
Head Kenichi Torii
主任研究官 菊森 佳幹
Senior Researcher Yoshito Kikumori
研究官 加藤 拓磨
Researcher Takuma Kato
研究官 猪股 広典
Researcher Hironori Inomata

Projection of annual rainfall, natural river flow condition and drought in Japan was studied. The uncertainties of climate change projection were considered by using 4 climate change projection models. As a result, it was found that the drought risk may increase in the most of the areas in Japan, excluding the some parts of Hokkaido.

〔研究目的及び経緯〕

気候変動によって、将来における我が国の降水パターンが変化し、洪水だけでなく渇水が発生する頻度やその大きさもまた高まる懸念されている。本研究は、全国的に渇水の傾向が将来においてどのように変化するかを評価することを目的とする。

〔研究内容〕

最初に、温暖化予測データを用いて 109 水系を対象として将来の降水量の変化を調べるとともに、将来の河川の自然流況を推算した。次に、88 水共同域について人口や気温の変化に伴う水需要量変化およびダムからの補給を考慮した簡便な利水計算を実施することで将来において渇水が発生する頻度やその大きさが現在と比較してどの程度変化するかを計算した。

〔年平均降水量および自然流況の変化〕

本研究においては気候予測モデルがもつ不確実性を考慮するため、気候変動予測データとして気象研究所が開発した①革新後期、②革新前期、③共生プロジェクトおよび④気象庁 RCM20 の 4 種類のデータを用いた（表-1）。これらの気候予測モデルは、長期流出現象を解析するため年間を通じた出力値があること、及び

河川流域の流出現象を解析するのに必要な空間解像度を有することを考慮し、選定した。いずれの気候予測モデルも 20km メッシュの空間解像度をもつ。表-2 に 4 つの気候予測モデルからバイアス補正して得られた河川流域ごとの年平均降水量の将来変化を示す。4 つのモデルに共通して、全国的に年平均降水量は増加する傾向がある。ただし、河川流域ごとの空間分布については、モデルに共通する明瞭な傾向は見いだせなかった。

表-1 使用した気候予測モデル

気候予測モデル	排出シナリオ*	計算期間		
		現在	近未来	将来
革新後期	A1B	1979-2003	2015-2039	2075-2099
革新前期	A1B	1979-2003	2015-2039	2075-2099
共生	A1B	1979-1998	—	2080-2099
気象庁 RCM20	A2	1981-2000	2031-2050	2081-2100

※：温室効果ガス排出シナリオ

次に、全国の 15 の最上流端ダムについて、将来及び近未来の貯水池流入量の流況を算出した。ダム流入量の推計には、4 層タンクのモデルを用い、融雪による流出は 1 層目のタンクへの流入量として扱った。算定結果の一例（北海道地方日本海側のダムの流入量）を図-1 に示す。

4 つの気候予測モデルに共通して、北海道、東北、

表-2 年平均降水量の変化

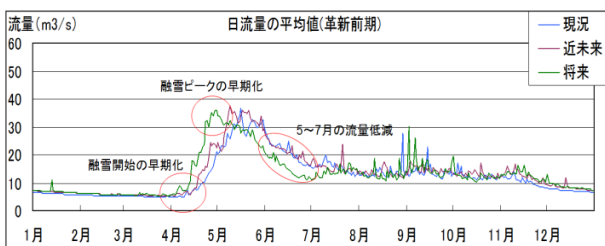
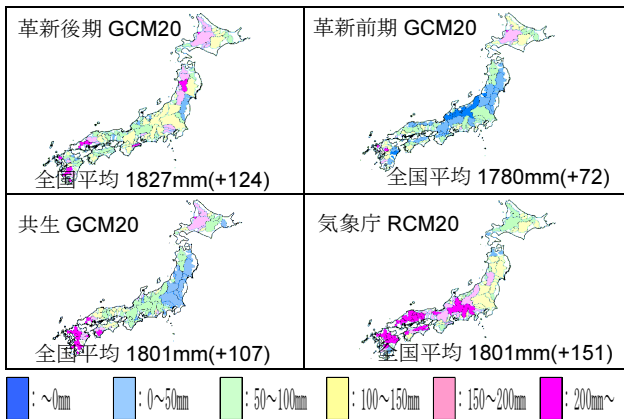


図-1 河川流況の一例

関東、北陸の融雪出水が顕著なダム流域において、5月以降の夏季の流量が著しく減少する傾向となった。

4つの気候予測モデルに共通して、同様の傾向が現れたことから、この傾向が将来現れることは相当程度確からしいことが推察される。

[水需要・供給を考慮した渇水傾向の評価]

全国 88 水共同域について、水需要および供給を考慮した簡便な水収支モデルを構築し、将来の渇水傾向を評価した。

各水共同域の簡便な水収支モデルは図-2 で示され、基本的な構造として以下の特徴を有する。

- 各水共同域内に存在する複数のダムの合計利水容量を持つ利水タンクおよび上流タンクを設定
- ダム流域以外からの流出を表現する残流域タンクを設定
- 残流域からの流出量が下流の水需要量および維持流量を下回る場合に利水タンクから補給

図-2 に示す水収支モデルを 88 水共同域について構築し、それに対して 4 種類の温暖化予測データ (降水量および気温) および将来水需要量を入力して日単位の計算を実施した。最大不足容量、連続渇水日数等渇水に関する複数の指標について計算結果を整理した。

図-3 は将来の水需要を現況固定とした時の現在気候における最大不足容量と、最大不足容量の現在気候と

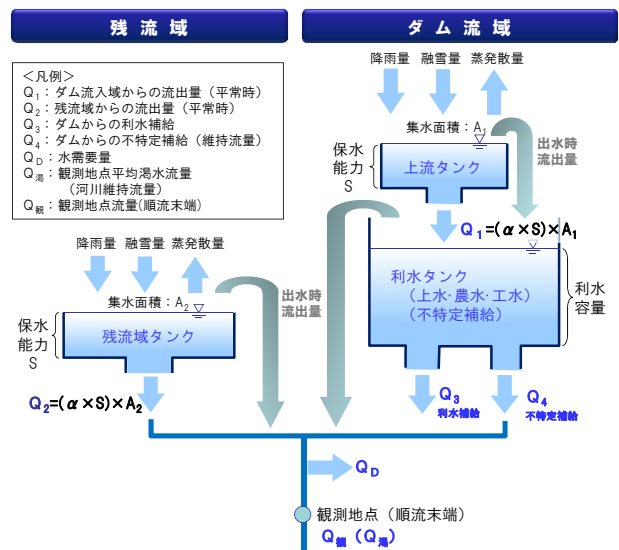


図-2 水収支モデルの構造

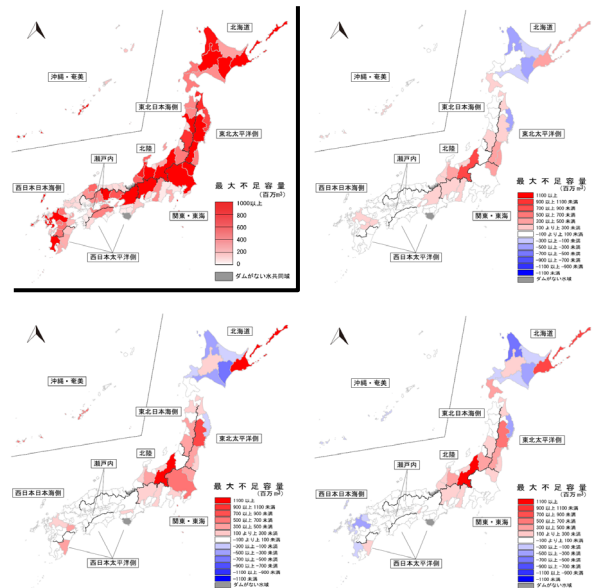


図-3 現在気候における最大不足容量 (左上) と最大不足容量の現在気候と将来気候の差 (右上: 革新後期、左下: 革新前期、右下: 共生プロジェクト)

将来気候の差を示したものである。この結果、北海道の一部の地域を除き、多くの地域において渇水傾向は強まるか現在と大きく変化しないことが分かった。この結果は、本研究で用いた複数の温暖化予測モデル間で概ね同じ結果が得られた。

[成果の活用]

本研究において得られた結果が、我が国の気候変動適応策に活用されることが期待される。

気候変動を踏まえた各国の流水管理の動向に関する調査分析

Research on the water management trend in each country under the global climate change

(研究期間 平成 21～23 年度)

河川研究部

River Department

水資源研究室

Water Management and Dam Division

室長

Head

主任研究官

Senior Researcher

研究官

Researcher

鳥居 謙一

Ken-ichi TORII

板垣 修

Osamu ITAGAKI

猪股 広典

Hironori INOMATA

Review on research, planning and execution of water management for mitigating flood disaster and water shortage under the global climate change in US, UK, Netherlands, Germany, France, etc., those in Asia monsoon countries, i.e. China, Korea, Indonesia, Philippines, etc., and engineering manuals on risk-based analysis for flood disaster mitigation planning etc. has been conducted. Examples collected, e.g. how to make flood damage mitigation plan considering climate change effects with uncertainties, are impressive, and meaningful for research and discussion on climate change adaptation and risk-based analysis in Japan.

【研究目的及び経緯】

社会資本整備審議会の答申「水災害分野における地球温暖化に伴う気候変化への適応策のあり方について」（2008年6月）等を踏まえ、気候変動に適応した水災害対策・水資源管理が極めて重要となっているが、本研究は水災害・水資源管理に係る気候変動適応策の検討等に資するため、各国の同適応策に関する最新情報の収集・分析等を行うものである。

【研究内容】

(1) 海外の気候変動適応策の研究・計画・実施に係る最新情報の収集・分析

(2) アジアモンスーン地域における気候変動適応策検討状況の調査・分析

(3) 米英蘭独仏のリスク評価に係る技術基準の収集・分析

【研究成果】

(1) 海外の気候変動適応策の研究・計画・実施に係る最新情報の収集・分析

米英蘭独仏、スペイン、ポルトガル、ハンガリー、フィンランド、スウェーデン、オーストラリア、中国、韓国、EU 及び IPCC 等国際機関について、気候変動適応策の計画・実施に係る最新情報を収集・分析するとともに、自然科学誌 Nature 等に掲載された同適応策に関する論文を収集・整理した。

収集された情報を我が国における同適応策検討上の

課題を踏まえ整理・分析した。収集された情報が比較的多かった米英2カ国の同適応策について特に参考になると思われる事項を以下に述べる。

①気候変動による影響については不確定性が避けられないため、当該不確定性を踏まえ適応策を検討・実施することとなるが、例えば英国の「洪水・沿岸防御に係る評価手引き：気候変動影響に関する補足資料

(Flood and Coastal Defence Appraisal Guidance, Supplementary Note to Operating Authorities - Climate Change Impacts)」(2006年、環境・食料・農村省 (Defra)) に示された将来のピーク降雨強度、ピーク洪水流量等に係る検討時に感度分析すべき範囲は、不確定性を踏まえた治水計画等の検討において我が国も導入すべき手法と考えられ、我が国における当該感度分析範囲に関する調査・研究が急がれる。

②水災害対策における土地利用計画の重要性が指摘されて久しいが、例えば英国の「計画政策書第25号：開発と洪水リスク (Planning Policy Statement 25: Development and Flood Risk: PPS25)」(2006年 (2010年改定)、コミュニティ・地方自治省 (Department of Communities and Local Government)) は、土地開発許可申請時に洪水可能性のより低い地域内で合理的に利用可能な土地がないことを示すための逐次テスト

(Sequential Test) を提示するなど、洪水リスクを土地利用計画に反映する具体的枠組みの一つを示してお

り我が国においても同様の枠組みについて検討が必要と考えられる。

③気候変動による影響の洪水対策計画への反映手法については、例えば米国の「土木事業プログラムに係る海面変化の考慮に関する水資源政策・根拠 (WATER RESOURCE POLICIES AND AUTHORITIES INCORPORATING SEA-LEVEL CHANGE CONSIDERATIONS IN CIVIL WORKS PROGRAMS)」(2009年、陸軍工兵隊*) (*主要河川の堤防・ダムを整備等を実施) に示された平均海水面の上昇予測の考慮手法、英国の「洪水・沿岸防御に係る評価手引き：気候変動影響に関する補足資料 (既出) に示された地域別海面上昇範囲の考慮手法は、我が国においても同様の調査・研究を進める必要がある。

④気候変動による水資源への影響については、例えば米国の「気候変動に対するメリーランドの脆弱性低減のための包括戦略 フェーズⅡ：社会・経済・生態系回復力の強化 (Comprehensive Strategy for Reducing Maryland's Vulnerability to Climate Change Phase II: Building societal, economic, and ecological resilience)」(2011年、メリーランド気候変動委員会 (Maryland Commission on Climate Change) に、1カ月の無降雨発生頻度など定量的予測・比較のための具体的手法が記述されており、同様の手法により気候変動の我が国の水資源への影響について調査・研究することが考えられる。

⑤一般的に、関連する規定等をweb上で閲覧することが容易であるように感じられた。我が国においても関連資料の英訳・web上での提供を進め、海外への情報発信力を高めていく必要がある。我が国の情報を十分に発信しなくては、海外の類似分野の技術者・研究者と効果的な議論・情報交換を行うことが難しいのではないかと考えられる。

(2) アジアモンスーン地域における気候変動適応策検討状況の調査・分析

中国、韓国、インドネシア、フィリピン等アジアモンスーン地域各国における気候変動適応策の検討状況について情報を収集・分析した。

情報は、国連気候変動に係る枠組み条約 (United Nations Framework Convention on Climate Change) に基づく国別報告書 (National Communication)、国別適応計画 (National Adaptation Programmes of Action) 等から収集した。

収集情報に基づき各国の気候変動予測 (降水量、海面上昇等)、気候変動による影響 (洪水、渇水等)、気候変動適応策 (洪水・渇水対策等)などを整理した。

その結果、韓国の「気候変化対応未来水資源戦略報告書」(2010年、国土海洋部)における定量的な気候

変動影響評価(現在100年頻度の降水量が約60年頻度となり洪水の危険性が増大)等我が国の参考となる気候変動適応策に関する情報が整理された。

(3) 米英蘭独仏のリスク評価に係る技術基準の収集・分析

リスク評価について先進的な取り組み事例のある米英蘭独仏5カ国の水災害・水資源管理に係るリスク(治水施設の破壊リスク・浸水リスク、渇水リスクを対象とし、堤内地の浸水位に応じた被害額・被災者数の算出手法は対象外)評価に関する技術基準を収集・整理・分析した。

情報収集に当たっては、まず、上記5カ国の河川管理制度等について整理し、その後、我が国の河川砂防技術基準調査編及び計画編の関連部分を念頭に技術基準を収集・整理した。収集対象は、米国：陸軍工兵隊、英国：環境・食料・農村省及び環境庁、オランダ：社会基盤環境省及び水防技術諮問委員会 (TAW、ENW)、ドイツ：バーデン=ヴュルテンベルグ州のガイドライン、フランス：エコロジー持続可能な開発省及びヨーロッパ洪水リスク予防センターを中心とした。

特徴的な事項を以下に述べる。

①不確定性の考慮手法：米国のリスク評価関連技術マニュアル(例「洪水被害軽減調査におけるリスクに基づく分析 (RISK-BASED ANALYSIS FOR FLOOD DAMAGE REDUCTION STUDIES)：技術マニュアル (EM) 1110-2-1619」(1996年、陸軍工兵隊))では、洪水流量、洪水位、堤防等治水施設に係る不確定性を定量的に考慮しリスク評価する手法について述べており、我が国におけるリスク評価手法検討において参考となる(例示した技術マニュアルについては現在改定作業中(2012年2月現在)とのこと)。1996年の堤防に係るリスク評価手法導入前後の経緯を含め、我が国におけるリスク評価手法検討にとって重要な情報を含んでいる。

②治水事業による便益評価手法：米国陸軍工兵隊では、HEC-FDA (Hydrologic Engineering Center - Flood Damage Analysis)、HEC-FIA (同 Flood Impact Analysis)等のソフトウェアを開発し治水事業による便益評価を行っている。後者を利用した便益評価では氾濫原の家屋位置等についてGIS及び衛星画像(グーグルアース)を活用し精度向上を図っており、我が国においても参考になるものと考えられる。

[成果の発表]

本省等と情報共有するとともにweb上で公表。

[成果の活用]

所内、本省における気候変動適応策、リスク評価手法検討のための参考資料とする。

山間部における正常流量設定手法の検討

Study on the Method for Setting Normal Discharge at Mountainous Rivers

河川研究部 水資源研究室

(研究期間 平成 23～24 年度)

室 長 鳥居 謙一
研 究 官 猪股 広典

[研究目的及び経緯]

一般的に山間部河川の地形、特質は、平野部の河川区間と異なることから、山間部における正常流量の設定手法については、平野部における手法とは別に策定する必要がある。本研究では山間部河川において正常流量を設定するに当たっての事例収集を通じて課題整理を行う。また、山間部河川について正常流量を設定するに当たっての重要項目である景観について、設定手法の検討を行う。さらに、ダムによる河川流況の平滑化およびダム下流河川環境の悪化問題に関し、ダム流入量の定率貯留制限設定によるダム下流河川流況および環境の改善効果について検討する。これらの成果をとりまとめることにより、山間部河川における正常流量検討指針策定に資する。

平成 23 年度は、山間部河川の維持流量設定手法策定に関する基礎調査として、ダム流入量の一定率貯留制限による下流河川環境の改善効果に関する検討および山間部河川の景観について維持流量設定手法を策定するための景観選好水準の選定に視する調査を実施した。

河川流量低減時における河川環境への影響に関する研究

Impact of river discharge decrease on river environment

河川研究部 水資源研究室

(研究期間 平成 23～25 年度)

室 長 鳥居 謙一
主任研究官 山本 陽子
研 究 官 豊田 忠宏

[研究目的及び経緯]

本研究では、維持流量低下による河川環境への影響について、塩水遡上、水質、生物環境等の河川状況について定量的な評価手法について研究を行う。これらの検討結果を踏まえ、渇水時の河川環境への影響を改善するために、効果的な河口堰のフラッシュ放流等の操作・運用手法や、ダムの不特定補給容量の効率的な運用等、河川管理施設の操作・運用方法とその環境改善効果評価手法について検討する。

今年度は、渇水時の河口堰下流の環境影響緩和に資する河口堰の操作手法を検討するため、芦田川河口堰下流においてフラッシュ放流前後の流況及び塩分、溶存酸素等の現地観測を行い、この結果に基づき 3 次元 k- ϵ 乱流モデルによるシミュレーションモデルを構築した。このモデルを用いて、堰下流の環境改善のために効果的なフラッシュ放流の条件について評価を行うとともに、改善効果の評価手法を整理した。

中・下流域の貯水施設容量の有効活用に関する研究

Research on effective use of the storage water institution capacity of middle and downstream

河川研究部 水資源研究室

(研究期間 平成 23～24 年度)

室 長 鳥居 謙一
主任研究官 山本 陽子
研 究 官 豊田 忠宏

[研究目的及び経緯]

河川の中・下流域に存在する貯水施設については、現状では計画時点に策定された手法に基づいて、運用が行われているところであるが、将来的に想定される気象状況の変化等を踏まえて、既存の施設を有効的に活用する必要性が高まっている。また、近年の降雨予測精度等の向上も踏まえて、流域内の貯留施設を一体的に連携運用することにより、治水、利水機能の向上が期待されている。

本研究において、今年度は特に利水効果に着目し、同一の流域内において上流のダム等施設の運用状況を考慮した、中・下流施設の効率的な運用手法について、モデル河川を設定してシミュレーションモデルを構築し、下流施設の貯水容量を活用する運用手法について検討を行った。また、近年の降雨予測精度を踏まえて、予測に基づく運用可能性についても検討を行い渇水調整の効果について整理を行った。

最適渇水調整手法の研究

Research on drought optimum adjustment method

河川研究部 水資源研究室

(研究期間 平成 23～24 年度)
室 長 鳥居 謙一
主任研究官 山本 陽子
研 究 官 豊田 忠宏

[研究目的及び経緯]

現状の渇水調整は、過去の経験及び無降雨の継続を前提とした貯水位の低減予測に基づいて運用が行われているが、確保すべき容量の観点から、確率確保容量に基づく最適節水率の設定手法が提案されている。

また本研究室では、利水者の受忍に基づく節水率の設定手法の検討を実施してきた。

本研究では、これらの既往の研究成果に基づき、利水者の受忍を超過しない利水の必要量の観点を踏まえた複合的な貯水池の運用手法について、手法毎の運用効果を明らかにし、適切な運用効果が得られる手法の設定を行った。また現在運用されている長期的な降雨予測の精度を明らかにし、予測を組み込んだ運用手法を設定したシミュレーションモデルにより、予測精度による利水影響を評価することで、降雨予測を利水運用に取り入れる上で、将来的に必要となる予測精度について検証を行った。

流域治水施設群連携による最適な洪水調節に関する研究

Optimum Flood Control Operation by Cooperating Flood Control Facilities in a River Basin

河川研究部 水資源研究室

(研究期間 平成 23～25 年度)
室 長 鳥居 謙一
研 究 官 猪股 広典

[研究目的及び経緯]

気候変動により洪水外力の規模が増大することが懸念されている。その一方、財政上の制約等から新規治水施設を建設することが困難になってきているため、現状存在する治水施設群を有効に活用することで洪水調節効果を高めることが求められている。上記背景から本研究では、超過洪水や中小洪水に対して予測雨量の活用および流域内のダム群を連携させることによって操作規則を上回る治水効果を発揮させる最適な洪水調節操作手法の確立を目指す。

平成 23 年度は、予測雨量を活用したダム群連携操作による洪水調節方法について木津川上流域ダム群を対象としてダム洪水調節操作を考慮した洪水流出モデルを作成し、前年度に提案した予測雨量に基づく洪水調節操作手法（予測雨量の誤差を考慮した最適放流量決定手法）が予測雨量を用いない操作（規則操作）と比較して優位になる条件について、浸水被害額期待値を指標として検討した。さらに、雨量確率規模、予測雨量の誤差分散、流量－被害額関係について感度分析することで考察を行った。