

5 河川研究部

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

(研究期間 平成 22～24 年度)

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

室長
Head
主任研究官
Senior Researcher
研究官
Researcher

服部 敦
Atsushi HATTORI
福島 雅紀
Masaki FUKUSHIMA
武内 慶了
Yoshinori TAKEUCHI

We developed 2-dimensional river bed variation analysis model incorporating the expansion and extinction of vegetation, the deposits of fine sediment into vegetation area, and the increase of resistance against flood flow by growth of trees. And we tried to apply this model to make an assessment on habitat quality of the Kita-river, and compare some alternatives of river-channel design in term of the balance of improvement of flood flow capacity, river environment conservation, and cost of river-channel management.

[研究目的及び経緯]

河道改修には、治水機能の向上・維持のみならず、河川環境の整備と保全が重要視され、それらを両立させる河道設計技術が求められている。河川環境を保全する具体的な手段を策定するにあたり、最も重要なのは生物の生息空間となる物理基盤（河道の形状、表層河床材料の粒径、植生の分布）の状態を評価し、その変化を予測する技術であるが、十分な水準にあるとは言えない。加えて治水及び環境面からの要求が相容れない場面も容易に想定され、このような場合の河道設計及び河道管理に関する基本的な考え方（折り合いのつけ方）についても十分に示されていないのが現状である。

本研究では、河道掘削及び樹木伐採による直接改変、改変後の出水に伴う河道変化が見られた五ヶ瀬川水系北川を対象とする。植生の遷移・流失、植生による細粒土砂の捕捉・堆積機構を取り込んだ平面 2 次元河床変動モデル（以下、物理基盤・植生変化モデル）を開発し、それを北川に適用した。次に物理基盤・植生変化モデルによる計算結果を用い、流下能力変化の評価及び生物生息環境への影響評価を試行し、河道の物理基盤変化に伴う治水機能・環境機能の持続性評価の可能性について調べた。なお、本研究では北川の陸域に生息する中型哺乳類としてタヌキの、淡水区間に生息する魚類としてボウズハゼの、感潮区間の水際に生息

するカワスナガニの生息環境を評価することとした。

[研究内容]

1. モデル構築および物理基盤・地被状況変化を再現しうる平面解像度の検討（平成 22～23 年度）

植生の遷移・流失機構、植生による細粒土砂の捕捉・堆積機構、樹木の成長に伴う流れの抵抗増加をモデル化し、国総研河川研究室が所有する平面 2 次元河床変動計算モデル（物理基盤モデル）に組み込むことにより、物理基盤・植生変化モデルを構築した。北川における河道形状の変化、群落ごとの植生分布の変化の実態を整理し、その平面スケールを調べ、物理基盤・植生変化モデルにより変化を再現しうる解像度（計算メッシュサイズ）を調べた。

2. 物理基盤、生物生息環境変化の再現及び予測計算（平成 23～24 年度）

①再現計算及び評価指標の設定

河道の物理基盤変化に伴う治水機能・環境機能の持続性評価を行うにあたり、まず物理基盤・植生変化モデルによる再現性を把握し、再現性に見合う指標によって、流下能力や生物生息環境に及ぼす影響を評価することが重要となる。そこで、物理基盤・植生変化モデルを北川に適用し、過去 8 年間で生じた河床形状、河床材料及び植生の変化について再現計算を実施した。再現性を詳細に確認した上で、それに見合う生物生息

環境への影響評価指標の設定を行った。

②予測計算及び治水・環境機能の持続性評価の試行

物理基盤・植生変化モデルを用い、河道掘削あるいは樹木伐採による流下能力管理の実施を前提とした北川の将来予測計算を行った。予測結果を用い、治水機能である流下能力の維持に要するコストに加え、物理基盤変化及び管理がタヌキ、ボウズハゼの生息環境（環境機能）に及ぼす将来影響の評価を試行した。

〔研究成果〕

主な研究成果の概要を以下に示す。

1. 物理基盤・地状況変化を再現する平面解像度

北川の河道変化実態のうち、物理基盤変化として低水路部における土砂堆積・河床低下範囲、地状況変化として時間経過に伴う植生群落の平面的拡大度合い、植生タイプの遷移・流失の平面的スケールを整理した上で、物理基盤・植生変化モデルによりその再現計算を実施し、変化を再現する平面解像度を調べた。この結果及び計算に要する時間的制約も考慮し、物理基盤・地状況変化を再現する平面解像度（計算メッシュのサイズ）を5m×5m程度と設定した。

2. 物理基盤、生物生息環境変化の再現及び予測計算

①再現計算及び評価指標の設定

北川河床形状の変化について、実態と計算結果を縦断的、平面的、横断的に比較し、物理基盤・植生変化モデルの再現性を調べた。その結果、河道法線形状が緩やかなわん曲あるいは直線的で、かつ川幅の縦断変化が小さい区間においては再現性が高く、河道法線の曲率が大きい、あるいは川幅が縦断的に大きく変化する区間においては再現性が低い特徴が確認された。地状況については、地状況タイプごと（裸地、パイオニア的植物、安定植物、樹木）の平面分布の再現性は高くないものの、一連区間における地状況分類ごとの面積の変化傾向を見た場合、比較的再現性を有していた。

物理基盤・植生変化モデルの再現性と対象とした生物の生息環境に支配的な要因に関する既往の研究成果から、生物生息環境評価指標を以下のように設定した。
タヌキ：餌場となるデブリ（植物体由来流下堆積物）を捕捉しやすい樹木群の面積及びその時間変化。ボウズハゼ：平水時の河床表層の粒径、流速、水深から表される選好度（その地点での生息を好む度合い）の高い面積及びその時間変化。なお、カワスナガニは平水時水際に堆積する砂分の堆積量により評価を試みたが、生息場のスケールが横断的に極めて小さく、モデルでの再現が困難であった。

②予測計算及び治水・環境機能の持続性評価の試行

①で設定した生物生息環境の評価指標を用い、流下

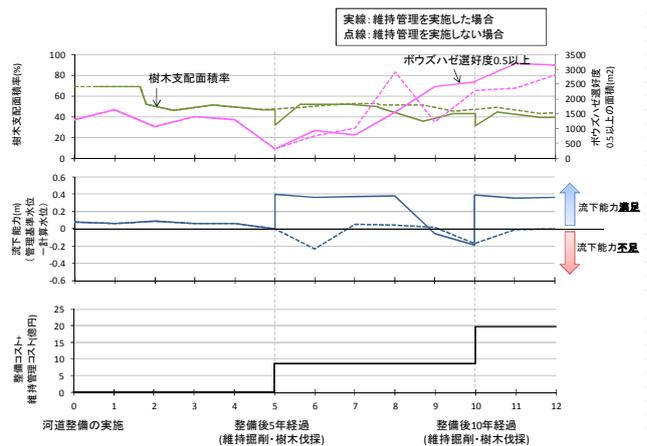


図-1 生物生息環境・治水機能の予測評価結果例

能力管理を考慮した将来河道変化の予測計算を行った。計算結果の一例を図-1に示す。この計算ケースは、流下能力管理方法として陸域生物に直接的影響を与える高水敷掘削（樹木伐採を含む）を行った場合の予測計算結果である。また流下能力管理にあたり、次の横断測量時点までは流下能力が不足しないことを基本思想とし、そのために必要な流下能力マージンを設定した。また、予測計算により生物生息環境評価指標及び治水機能、整備・維持管理コストの時間変化を得た上で、流下能力管理を行わない場合のそれと比較した。図-1により、予測計算結果から得られる生物生息環境評価指標、流下能力、維持管理コストといった河道管理の検討項目について大局的に比較することができる。また、異なる流量パターンや管理案により予測計算し、結果を比較することにより、流下能力・河川環境保全・維持管理コストをバランスよく向上させられる河道整備・維持管理計画案を見出すためのツールとして役立つものと考えられる。さらには、河道整備・維持管理検討時に得た情報を計画設計担当から管理担当により具体的な形で受け渡すことにより、管理に反映させることができると考えられる。

〔成果の活用〕

本研究で作成した物理基盤・植生変化モデルと、モデル計算結果を用いた生物生息環境評価を組み合わせることにより、物理基盤・植生変化の予測精度や生物生息環境評価指標の設定に関する課題はなお残るものの、流下能力・河川環境保全・維持管理コストをそれぞれバランス良く向上させられる河道整備・維持管理計画案を見出すための検討ツールとして役立つ方向性は示せたものと考えている。

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

(研究期間 平成 22～24 年度)

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

室長
Head
主任研究官
Senior Researcher
研究官
Researcher

服部 敦
Atsushi HATTORI
福島 雅紀
Masaki FUKUSHIMA
武内 慶了
Yoshinori TAKEUCHI

In natural-levee reaches, we found the substantial mechanism of riparian deposits of fine sediment originating from wash load material to cause forming high-water channel and channel narrowing frequently. And we developed practical methods of estimating the longitudinal profile of flood flow capacity. With these methods, we proposed the concept and a design method of “margin for flood flow capacity”.

[研究目的及び経緯]

全国 109 水系すべての直轄河川において平成 20 年度までに河川整備基本方針の策定が終了し、現在は河川整備計画の策定がなされ始めている。計画を実行に移す際には、河道が不断に変化することを前提とし、治水機能の維持を念頭に河道を設計する必要がある。そのためには計画のみならず維持管理も主軸に加え、改修と維持管理の最適化を図らなければならない。この場合、河道の変化を精度良く見積もる技術を得るとともに、変化を前提とした河道設計の考え方を提案することが必要である。

自然堤防帯に属し、砂礫を河床材料に持つ河道において、一連の区間に渡り低水路を拡幅すると、平時に水面上に現れる河床微高地に植生が繁茂し、その範囲に河床材料にはほとんど含まれない細粒土砂が出水のたびに堆積していくことで高水敷が再形成され、元の低水路幅に戻る（以下、川幅縮小）、それが 10 年以下といった比較的短期間で生じる事例が知られている。この現象は河道管理の面からもその重要性はすでに認識されていたが、実務上実効性のある予測ツールはほとんどなかった。本研究では、このように河積の減少が速やかに生じ、流下能力の維持管理に工夫を要すものの、その予測精度が十分でない事例を対象とし、予測技術開発を行うとともに、合理的な河道設計法について検討した。

[研究内容]

1. 川幅縮小現象の特性整理及び予測技術の開発（平成 22～23 年度）

①川幅縮小現象の本質的機構

河積拡大後の川幅縮小河川を対象とし、堆積横断形状のパターン、その発生パターンの縦断的特徴を調べた。次に、細粒土砂の堆積速度と低水路・高水敷の比高差との関係を調べ、川幅縮小現象の本質的機構を抽出した。

②本質的機構を組み込んだ細粒土砂埋め戻り速度の予測技術の開発

①で得た本質的機構を組み込み、かつ実効性のある細粒土砂埋め戻り速度に関する 2 種類の予測手法を開発した。

2. 維持管理上合理的な河道設計法の検討（平成 23～24 年度）

①合理的な河道設計に関する基本的考え方の提示

1. で得た予測技術を用い、治水機能維持の観点から川幅縮小が生じ得る河道を管理する場合に合理的となる河道設計法の基本的考え方を検討・提案した。

②維持管理上有利となる河道設計法の検討

全国 109 水系の定期横断測量成果より、河積拡大後に川幅縮小が生じた、あるいは生じなかった河道区間を 30 区間抽出し、河道変化に関する基礎的情報のデータベースを作成した。データベースを用いて、維持管理コストを低下させ、更なる合理性を得るための河道

設計法について検討した。

[研究成果]

主な研究成果の概要を以下に示す。

1. 川幅縮小現象の特性整理及び予測技術の開発

①川幅縮小現象の本質的機構

細粒土砂堆積により形成された高水敷の横断形状を観察した結果、主に河岸付近に堆積するタイプ「河岸際凸型」と、ほぼ一様に堆積するタイプ「一様堆積型」に分類された。一連の堆積区間において、堆積形状は上流ほど一様堆積型に、下流ほど河岸際凸型となることがわかった。細粒土砂の供給方向に着目し、河岸際凸型を「横断方向拡散型」、一応堆積型を「縦断方向移流型」と定義した。細粒土砂堆積領域における河床高上昇速度は、低水路河床からの比高が大きいほど小さく、比高が小さいほど大きくなる傾向がある。これは、比高が小さいほど細粒土砂堆積領域が冠水しやすく、細粒土砂堆積に要する正味の時間が長くなったためと考えられる。

②本質的機構を組み込んだ細粒土砂埋め戻り速度の予測技術の開発

植生繁茂域内への細粒土砂堆積に関わる、①で示した本質的機構を損なわない範囲で大胆に簡略化した高水敷再形成の簡易予測モデルを構築した。具体的には、低水路部と細粒土砂堆積領域を分け、低水路部については1次元河床変動計算により縦断的な河床高変化を求め、細粒土砂堆積領域については、浮遊状態で流下する細粒土砂の捕捉・堆積機構をモデル化した計算を行い、河道横断形状の変化を求める。各計算領域の結果を合成し、最終的に河床横断形状の変化を予測する手法である。再現計算の結果、縦断方向移流型及び横断方向拡散型の混在領域の取扱いや、安息角に基づく堆積土砂の再配分方法などの課題は残るものの、この手法を用いることにより、河道設計時に維持管理労力の最適化を図る見通しを得た。

次に、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た。再現計算を行い、堆積形状や一連区間における堆積量について、堆積タイプが混在する領域を含め、比較的良好な再現結果を得たが、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。

2. 維持管理上合理的な河道設計法の検討

①合理的な河道設計に関する基本的考え方の提示

堆積傾向にある河道区間において、所定の流下能力を確保するための一つの方策として、洪水の流下のために必要な河積に加えて、土砂の堆積空間としての河

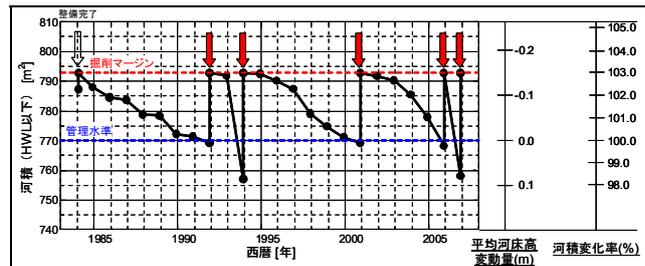


図-1 マージンを考慮した改修・維持管理コストの予測計算結果例

積(マージン)を設定する考え方を提案した。つまり、1)河道設計時においては、土砂堆積による将来の流下能力の変動量を予測し、例えば年平均の再掘削土量と維持管理可能労力のバランスから最適なマージンを設定すること、2)河道管理においては、横断測量などにより堆積量の状態監視を行い、マージンが堆積土砂で満たされる前に維持掘削を確実に実施するための判断基準を設定することにより、流下能力の管理を行う。前述の予測技術を用い、マージンを考慮した河道整備・維持管理の予測計算結果例を図-1に示す。この予測技術を用いることにより、i)目標流量を流下させることができる複数の河道掘削形状案を作成し、ii)各案に対してマージンを設定し、土砂堆積による将来の流下能力変動を予測した上で、iii)実現可能な維持管理労力に収まる案を選定し、その中から初期の改修コストと維持管理コストの総和が最小となる案を最適案として設定することが可能となった。

②維持管理上有利となる河道設計法の検討

河積拡大後、速やかに川幅縮小が生じる区間と、川幅縮小が生じない、あるいは川幅縮小が生じ始めるまでに一定期間を要する区間があることがわかった。感潮区間や堰湛水区間のように、平水時の水深が大きくなるほど川幅縮小が生じない、あるいは生じ始めるまでに一定時間を要する傾向が見られた。これは、平水時水深が大きいことにより、低水路の一部が陸地化、細粒土砂を捕捉する植生が繁茂しにくいためと考えられる。このことから、平水時水深が比較的大きい区間において、掘削面高さを平時の水位以下に設定することにより、植生繁茂が抑制され細粒土砂堆積による埋め戻りが生じにくくなり、維持管理上有利な河道設計となり得ることを示唆するものである。

[成果の活用]

本研究で作成した予測技術や合理的な河道設計の基本的考え方が、現場で活用・実践され、河道管理技術レベルの更なる向上が期待される。

不定流解析に基づく流量配分・流下能力の一体的評価手法に関する研究

Research on integrated evaluation method for discharge distribution and flood flow capacity using unsteady flow analysis

(研究期間 平成 24～26 年度)

河川研究部 河川研究室

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、これまで時間変化を扱わない中で種々の折り合いを付けて合理性を保った不等流解析の技術体系を部分的に見直すとともに、従前の流下能力評価との整合性について検討を行った上で、河道計画に不定流解析を導入することを目的とする。

平成 24 年度は、5 河川で得られた水位多点観測データを用い、出水ごとの水位、水位伝播速度、流量低減率、平均流速の縦断分布を整理した。この結果を用いて、水位伝播速度と平均流速の比較など、実際の河川で生じた、不定流現象としての洪水流下特性を調べた。

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

(研究期間 平成 22～25 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 板垣 修
研 究 官 加藤 拓磨

[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 24 年度は、全国 20 モデル河川を対象に、近未来・将来の氾濫原の人口・資産分布について 4 つのシナリオを設定し、気候変動及び氾濫原の人口・資産分布の変化が水災害リスクに与える影響について試算・分析し、氾濫リスクの変化傾向及び同試算手法の特性をとりまとめた。また、適応策に係る議論における活用を念頭に人的被害等の試算結果を分かりやすく図示するプログラムを作成した。

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

(研究期間 平成 20 年度～)

河川研究部 河川研究室

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、技術基準の改定等に反映するものである。

平成 24 年度は、堰・床止め工における、護床工の下流河道部の河床低下に対する追従性と礫の衝突による水叩き工の摩耗の緩和に関して、水叩き工の高さ等の条件をかえて水理模型実験を行い、両者をバランスよく満たす構造物設計手法を提案するための検討を行った。

河道管理の労力・効果の全国マクロ試算に基づいた合理化に関する調査

Research on the rationalization based on the macro trial calculation of effort and effect of river channel management

(研究期間 平成 24～26 年度)

河川研究部 河川研究室

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、近年顕在化してきた河道変化が今後の河川管理に及ぼす影響の大きさとその対策に関わる労力を概算し、労力とリスク低減効果の大きさのバランスに基づき、維持管理の合理化方を提示することを目的とする。

平成 24 年度は、全国 109 水系の直轄区間を対象に、河道容積と樹木容積の経年変化をそれぞれ水系別、セグメント別、地方別に整理した。次に樹木容積変化が河道容積を減じた度合いを調べ、基礎的情報に基づく河道の変化実態を把握した。

巡視・点検・維持補修がもたらす治水効果の評価手法に関する調査

Investigation about an evaluation technique of performance of flood control facilities by visual inspection

(研究期間 平成 24～26 年度)

河川研究部 河川研究室

室 長 服部 敦
主任研究官 福島 雅紀
研 究 官 中嶋 啓真
研 究 官 福原 直樹

[研究目的及び経緯]

本研究は、目視点検、補修・補強などの維持管理行為が堤防の治水機能の確保・向上にどれくらい効果をもたらしているのか定量的に評価する方法を提案することを目的とする。評価手法の検討は、実堤防での堤防点検・巡視記録に基づく損傷発見の頻度分析、堤防のり面の状態に応じた侵食防止など機能の評価手法を組み合わせることをしている。

平成 24 年度は、5 水系の直轄管理区間で実施された河川巡視、河川堤防等目視点検および補修に関する資料を用いて、河川堤防の損傷発見特性の分析を行い、堤防の損傷をより効率的かつ的確に検知できる点検・巡視の実施範囲・頻度・組み合わせ方等について検討を行った。また、実堤防から採取した大型不攪乱供試体を用いた洪水流に対する耐侵食性と降水等の浸透に伴うすべり破壊に対する安定性に関する実験データを用いて、河川堤防のり面の状況に応じた侵食・浸透に対する安全度評価手法の検討を行った。

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 24～26 年度)

河川研究部 河川研究室

室 長 服部 敦
主任研究官 福島 雅紀
研 究 官 松浦 達郎

[研究目的及び経緯]

東北地方太平洋沖地震津波による沿川での津波被害を受けて、河川津波対策が洪水・高潮と並んで計画的に防御対策を検討する対象と位置づけられた。本研究は、津河川津波対策として堤防高や堤防構造等を個々の河川条件に応じて決定するための検討手法を整理し、技術基準としてとりまとめることを目的としている。

平成 24 年度は、北上川を対象に湾口から上流 10km 付近までの堤内地を含めた地形を縮尺 1/330 で水理模型を製作し、津波の規模、河道形状、地被状況などの変化による津波遡上時の河道や堤内地の水位・流速等への影響を調べた。その結果、河口砂州や河道の粗度等が津波遡上現象に与える影響を把握した。

治水施設の信頼性評価に関する調査検討

Research on the risk-based analysis for flood disaster prevention and mitigation facilities

(研究期間 平成 23～25 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 板垣 修
研 究 官 加藤 拓磨

[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、同対策の検討で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の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。

平成 24 年度は、過去の出水時の堤防の機能発揮状況に基づく信頼性評価手法を米国陸軍工兵隊の事例を踏まえ提案するとともに、国内の一級水系本川の国土交通大臣直轄管理区間を念頭に設定した 3 モデル河川において同手法に基づく堤防の信頼性の試算・分析等を行った。

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 22～25 年度)

河川研究部
河川研究部 河川研究室

流域管理研究官 吉谷 純一
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ることで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 24 年度は、CommonMP の改良（河道の分合流や越流氾濫のための制御方式の改良や機能拡張ツールのユーザビリティの改善）を行った。新たに追加した機能の動作確認のため、分派機能については、利根川・江戸川分派点前後の河道区間において再現計算を行った。越流氾濫については、名取川流域においてシミュレーション計算を行った。その結果、解析結果に水理学的に不自然な挙動がないことを確認した。また、平成 23 年度末に整備・公表した要素モデルライブラリへの要素モデルの登録を行った。

気候変動に適応した段階的河川整備に関する調査

Research on river improvement planning incorporating phased progress approach under the climate change

(研究期間 平成 24～25 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 板垣 修
研 究 官 加藤 拓磨

[研究目的及び経緯]

国土の高度な利用に比して水災害に対する整備水準が依然として低い我が国の特徴を踏まえ、気候変動下の河川整備では氾濫リスクを低減することが求められる。さらに、H23.3の津波災害及び限られた予算等を踏まえると、当面の整備水準を超える外力も考慮して、河川の段階的整備計画を策定することが極めて重要である。本研究は、上記氾濫リスクの効果的削減に必要不可欠である効率的な氾濫リスク算出手法等について調査・分析し、気候変動に適応した段階的河川整備目標の設定手法を提案することを目的としている。

平成 24 年度は、大都市圏の一級水系本川の国土交通大臣直轄管理区間を念頭に設定した 2 つのモデル河川において、河道の維持管理等について複数の対策ケースを設定し、年々の河床変動・維持掘削・樹木繁茂・伐採等をモデル化するとともに、越水・破堤等による氾濫を反映した次元不定流計算により、対策ケース・降雨の確率規模別の直接被害額・人的被害の確率分布の試算・分析等を行った。

河川技術共同研究

Research and development on advance river improvement and management methods

(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 24 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」、「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」、「河川堤防の安全対策に関する技術研究開発」、「都市等流域の浸水状況の予測等に関する技術研究開発」について、委託研究を行った。

“生きた砂浜”の再生手法に関する研究

Research on the method for recovering the seashore ecosystem

(研究期間 平成 22～24 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
渡邊 国広
Kunihiro WATANABE

Field surveys on the formation process of the seashore vegetation were carried out on the Isewan south-west coast. Significant differences were observed in the species composition of vegetation, and the chemical and physical characteristic of surface sand among site. Effect of the disturbance made by the wave on these differences was discussed.

[研究目的及び経緯]

砂浜の保全を目的とした海岸事業が全国でおこなわれてきたが、砂浜が回復した後も本来の海浜植生帯が成立しない事例も見受けられる。沖合施設による海面の過度な静穏化が原因と考えられ、定期的に砂浜を耕す手法も試みられているが、将来的には海浜植生帯の成立・維持機構を理解して自律的な再生を可能とする海岸管理を導入することが必要である。

そのための基礎研究として、三重県の伊勢湾西南海岸の北藤原工区(図-1)で海浜植生の成立過程に関する現地調査を実施した。当海岸は、老朽化した海岸堤防を改築するにあたり、設置位置を内陸に変更する“セットバック”が2009年に実施され、堤防前面に新たな砂浜空間が出現した海岸である。



図-1 伊勢湾西南海岸における新旧の堤防位置

[研究内容]

1. 植生の遷移過程に関する現地調査

伊勢湾西南海岸北藤原工区における堤防改築工事が終了した2009年4月以降、年1～3回の頻度で定期的に植生調査を実施し、海岸における植生の遷移過程を把握した。セットバック後の変化を観測する測線

(L19-1)を設定する一方で、旧堤体が残存し、背後地が波浪から遮蔽されている箇所に波浪遮蔽測線(L20)とした。また、堤防のセットバックが行われず、本来の海浜植生が生育している地点も対照測線(L18-1)として設定した。

2. 海岸の土壌環境変化に関する調査

植物の生育に密接な関係がある要素として、海浜材料の粒径、強熱減量、土壌硬度、化学的組成についても調査した。

3. 海岸への波浪の打ち上げに関する調査

海岸への波浪攪乱の影響を検討するために、堤防改築以降の来襲波浪について分析し、海岸への波浪の打ち上げ状況についてCADMAS-SURF(VOF法)および改良仮想勾配法による数値計算を実施した。

[研究成果]

主な研究成果の概要を以下に示す。

1. 植生の遷移過程に関する現地調査

堤防改築後の初期には、海浜植物はほとんど出現せず、メシバやヒメムカシヨモギ等の草地植物が急速に繁茂して海浜のほぼ全体を覆い尽くしたことが確認された。これら草地植物の生育状況には場所的な偏りが見られなかったことから、堤防改築時に養浜盛土として投入した土砂に含まれていた埋土種子によるものと考えられた。

その後、この状態は約2年半続いたが、2011年9月以降のわずか2ヶ月半でハマヒルガオを中心とした海浜植生に急激に遷移した(図-2)。この場所ではその後、海岸低木であるハマゴウも出現するようになり、次第に海浜植物の種類も増えつつある。2012年7月の時点では、波浪が作用する測線と波浪が作用しない測線と

で、海浜植生の被度が顕著に異なるに至った（図-3）。

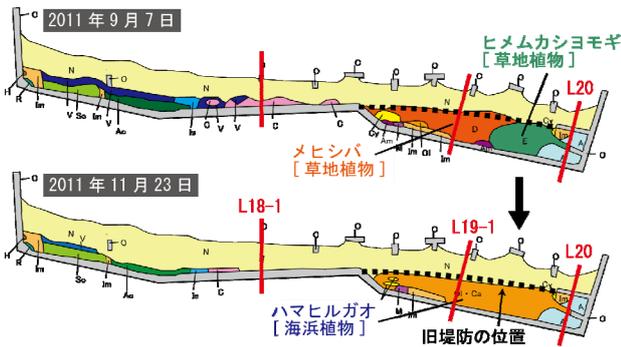


図-2 植生分布の変化

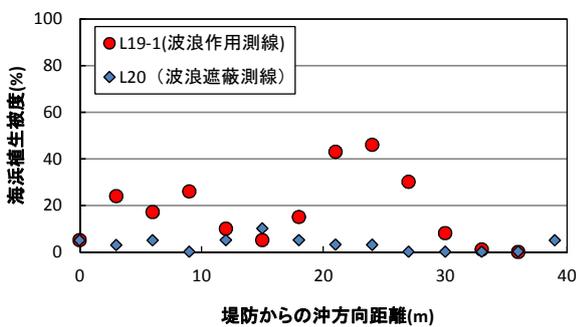


図-3 波浪作用の有無による海浜植生被度の違い

2. 海岸の土壌環境変化に関する調査

土壌の化学分析では、堤防周辺の後浜部（3m 地点）では測線 L19-1 と測線 L20 のいずれも交換性ナトリウムや電気伝導度に違いが見られず、測線による海浜植生被度の違いは土壌塩分によるものではないことがうかがえた。一方で強熱減量については、測線 L19-1 では安定しているのに対し、測線 L20 では次第に高くなる傾向が観測され（図-4）、土壌硬度も測線 L20 で顕著に高くなっていることが確認された。これらの変化はいずれも海浜植生よりも草地植生が競争上有利となる条件であり、測線 L20 における海浜植物の生育を阻害している原因の一つと考えられた。

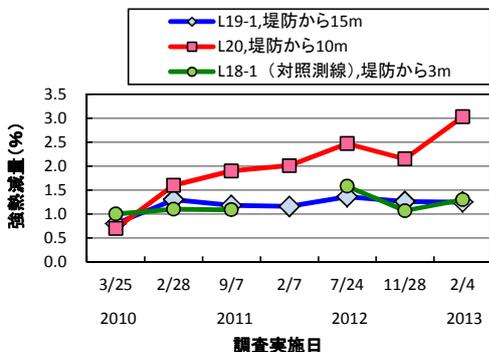


図-4 後浜部の土壌中における強熱減量の変化

3. 海岸への波浪の打ち上げに関する調査

伊勢湾西南海岸の沖合の浜田観測所における波浪観測結果をもとに代表的な波浪を選定し、改良仮想勾配法および、CADMAS-SURF によるうちあげ高の計算を実施したところ、平均水位に波高の 1/2 の値を加えた指標と良い相関が見られ（図-5）、この指標を用いることで砂浜への波浪のうちあげ状況を簡便に推定できることがわかった。この点を踏まえて波浪観測結果を整理したところ、うちあげ高が高くなる波浪の来襲は 5 回あり（図-6）、波向きを考慮すれば 2011 年 9 月 21 日の波浪が最もうちあげ高が高く、海浜の植物に影響を与え易かったことが確認された。この結果は、2011 年 9 月 7 日から 2011 年 11 月 23 日までの間に生じた植生遷移の原因が波浪によるものであることを支持する。

すなわち、海岸における草地植生から海浜植生への遷移は、数年に 1 回程度の攪乱がトリガーとなった劇的に進行するものであることが示唆された。ただし、土壌分析で確認されたような強熱減量や土壌硬度の状態も遷移の下地として重要なものであり無視できない。これらについては年数回程度の波浪作用による攪乱が支配要因となっている可能性も考えられた。

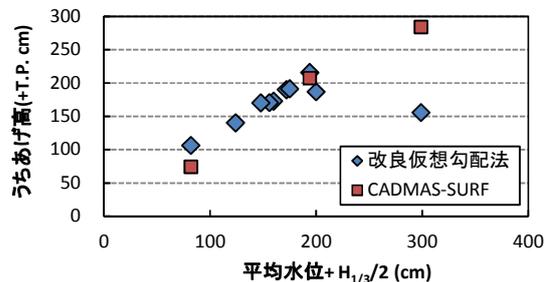


図-5 うちあげ高の計算結果

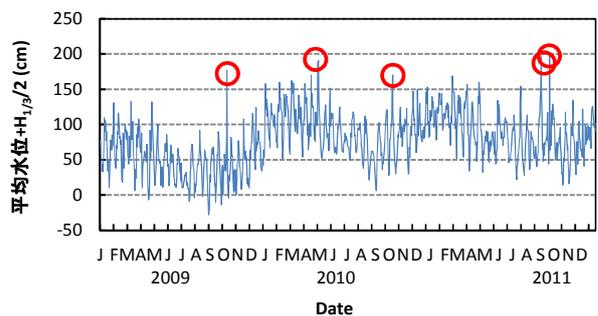


図-6 うちあげ高が高かった推定される来襲波浪

[成果の活用]

今後は海浜植生の回復に必要な攪乱を定量的に明らかにし、実際の海岸管理で考慮できるようにしていく。本研究で得られた成果は、東日本大震災で被災した海岸環境の回復を考えるうえでも参考になる。

衛星画像による海岸線等モニタリング技術の開発

Development of method for monitoring coastline using satellite images

(研究期間 平成 24 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
渡邊 国広
Kunihiro WATANABE

Positions of shoreline which obtained from four types of satellite images were compared with the results of field surveys, and the differences were evaluated. Topography and submerged coastal facilities were estimated using multi-spectrum satellite images on shallow water. Based on the results of these investigations, applicability of satellite image to coastal management was discussed.

[研究目的及び経緯]

砂礫浜海岸における海岸保全事業を効率的に実施していくためには、全国の海岸線の変化傾向を同じ手法によって評価し、保全事業が必要な海岸の優先順位付けをおこなうことが必要である。これまでは、事業がおこなわれる海岸については空中写真判読や汀線測量による高精度の調査が実施される一方で、全国的な傾向把握については地形図の比較によってなされてきた。しかし地形図は、海岸によって更新の時期や頻度が大きく異なるため、全ての海岸について同じ時間間隔で変化を把握できているとは限らないという難点があった。そこで本研究では、近年急速に解像度が向上し、民間業者の多数参入により入手コストも低下しつつある衛星画像に着目し、衛星画像を用いた定期的な海岸線モニタリングの実施に向けた検討をおこなうことにした。また、没水型施設の維持管理や岩礁等の浅海域の地形保全へも衛星画像を用途を広げるために、マルチスペクトル画像による海底地形の判読も試行した。

[研究内容]

1. 画像様式に応じた空中写真のデータベース化手順の整理・試行

高解像度の衛星画像が存在しない過去の海岸線の状態については空中写真が貴重な情報元となる。現場の海岸事務所では、海岸保全事業のための調査として空中写真の撮影が高頻度で行われてきており、大量の画像データが存在する。これらを今後の全国規模のモニタリングにも使用していけるようにするため、空中写真用のデータベース構築をおこなった。また、空中写真の保管形式に応じたデータベース化の手順を整理するために、異なる形式が含まれるように選定した計 114 枚の空中写真・衛星画像を用いてデータベース化

の処理を試行したうえで、位置精度を評価した。

2. 空中写真・衛星画像を用いた海岸線モニタリングの試行

本研究で試験的にデータベース化された空中写真・衛星画像を用いて宮崎海岸および静岡・清水海岸の海岸線判読をおこない、現地測量によって得られた汀線位置と比較することで、画像の種類による海岸線判読精度の違いを算定した。

3. マルチスペクトル画像を用いた海底地形把握の試行

海水中における減衰・散乱が少ない短波長光を用いたモニタリング方法を開発するために、千葉県犬吠崎周辺を対象に WorldView-2 撮影のマルチスペクトル画像を用いて浅海域（水深 5m 以浅）における岩礁・人工リーフ等の海底地形の判読し、海図上の岩礁および人工リーフの図面との比較をおこなった。

[研究成果]

主な研究成果の概要を以下に示す。

1. 画像様式に応じた空中写真のデータベース化手順の整理・試行

データベース化の手順は、正射投影変換や幾何補正の必要性から、大きく 5 タイプに分類できることがわかった。データベース化した画像の位置精度は、印画された写真しか残っていない場合でも、600dpi でスキャンすればフィルムスキャンや Jpeg 納品の画像に近い約 1.5m の位置精度が得られることが確認できた(表-1)。一方で、報告書の WORD ファイル等に貼り付けられた形でしか残っていない画像では、約 6~15m の位置精度が得られないことも確認され、こうした画像をやむを得ず使用する場合には、10m 未満の海岸線変化は有意と見なさない等の注意が必要であることがわかった。

表-1 画像タイプによる位置精度の違い

画像タイプ	地上解像度	位置精度
写真 600dpi スキャン	41.6cm	約 1.5m
モザイク済み画像	-	約 1.0m
モザイク済み WORD 貼り付け	-	約 6.0 ~15.0m
フィルムスキャン Tiff 画像	65cm	約 1.5m
Jpeg 納品画像	13.6~14.6cm	約 1.0~1.5m

2. 空中写真・衛星画像を用いた海岸線モニタリングの試行

各タイプの画像を用いて海岸線の判読をおこなった結果、ALOS (SAR 衛星) の PALSAR 画像から得られた海岸線は実際の位置よりも 30m 以上も離れる場合もあり、誤差が大きい傾向にあった。これは画像自体の解像度が低いことに加え、SAR 画像上では海面と砂浜の反射強度の違いが少ないためと考えられた。ALOS のパンシャープン画像や GeoEye-1 のパンシャープン画像では海岸線位置の差は岸沖方向で 10m の範囲におさまっており、従来の空中写真とほぼ同等の精度が得られることが確認された。ただし、前浜勾配や海岸保全施設の設置状況によっては、どの位置を海岸線として判読すべきか判断しにくい場合もあり、作業者によって海岸線のとり方に違いが出ないように、パターンごとの判読例を用意することが重要であることがわかった。また、得られた海岸線を潮位補正する際に使用する前浜勾配の設定も重要であり、測量成果が無い海岸における設定も課題となると考えられた。

ALOS の PALSAR 画像については、海岸線の自動判読も試行した結果、反射強度の固有値解析で得られるエントロピーを用いれば、海と砂浜を判別できることが示され、解像度が向上する後継の ALOS-2 による画像を用いれば実用化の可能性であることが示唆された。

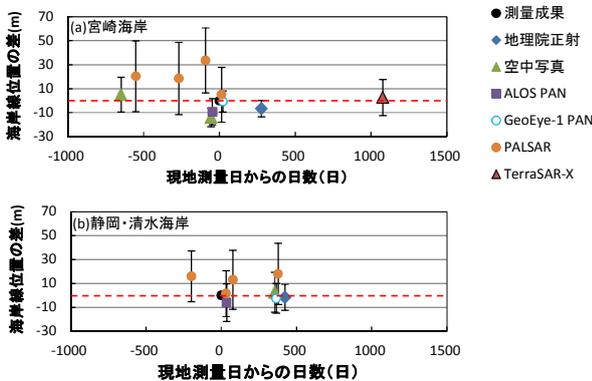


図-1 画像タイプによる位置精度の違い
海岸線の位置は沖側を正とする

3. マルチスペクトル画像を用いた海底地形把握の試行

8 種類取得されているスペクトルバンドごとに画像を比較したところ、510-580nm の波長を対象とするバンド 3 で海中の岩礁が最もよく識別され、次にバンド 2 (450-510nm) が有効であることがわかった。一方で、これらよりも波長が短く、海中の地形把握に最も有効と予想されたバンド 1 (400-450nm) ではバンド 2、バンド 3 よりも岩礁の判読性が劣る結果となった (図-2)。

海上保安庁発行の海図に記載されている水深 5m 以浅場所の岩礁をバンド 1、バンド 2、バンド 3 を合成して作成した画像 (Bathymetry 画像) で判読したところ、暗岩よりも洗岩のほうが識別できる率が高く、頂部の水深のわずかな違いが影響を及ぼすことが確認された (表-2)。また、干出浜の延長上に存在する岩礁よりも、独立して存在する岩礁のほうが識別できる率が高く、識別性が岩礁の存在状態にも依存することがわかった。

人工リーフについては、画像撮影時には天端が海面下 1.72m の深さにあったものの、わずかに影が確認されただけに留まった。施設管理に活用出来るようにするには、大気中による拡散や海底面の反射率等を考慮した補正等の技術的な向上が必要と考えられた。

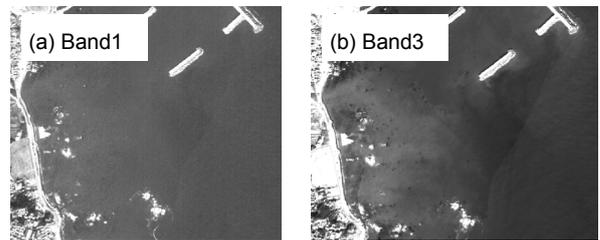


図-2 波長による海底地形の判読性の違い

表-2 岩礁タイプごとの識別性の違い

岩礁の存在状態	識別できた岩礁の割合 (%)	
	暗岩	洗岩
干出浜の延長上	40.0	63.6
干出浜から独立	85.7	100

[成果の活用]

本研究で得られた画像タイプによる海岸線の判読精度の違いを踏まえて、海岸線モニタリングに用いる空中写真・衛星画像のタイプ、調査実施のタイムスパン、海岸線が有意に変化したみならず閾値を検討し、全国的な海岸線変化傾向を把握する調査を実施していく予定である。マルチスペクトル画像については、すぐに実用化できるものではないが、将来的には海岸および保全施設の管理に活用できるよう、JAXA や大学、他の研究機関との連携も視野に入れて研究を進めていく。

粘り強い海岸堤防調査

Research on Resilient Structures for Coastal Dike

(研究期間 平成 24 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 加藤 史訓
Senior Researcher Fuminori KATO

We conducted trial calculation on pressure induced by tsunami or high waves, safety factor of parapet against the pressure, and the amount of steel bars necessary for parapet. The results show that the example of bar arrangement in the Standard and Its Commentary on Shore Protection Facilities meets the required strength in three targeted coasts.

[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、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手順が明確にされるとともに、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。海岸堤防の構造上の工夫の方向性の一つとして、配筋による補強を波返工に施すことが指摘されている。

本調査では、岩手県の高田海岸、宮城県の大崎海岸、高知県の高知海岸を対象とした試算によって、波返工に必要な配筋を明らかにする。

[研究内容]

(1) 津波による波力の試算

設計津波によって波返工に作用する力を試算した。津波波圧の算定式は多数提案されているが、海中の構造物については谷本ら(1984)、陸上の構造物については朝倉ら(2000)の式が比較的多く使われてきた。しかし、東日本大震災以降、設計津波の水位設定のため、堤防を無限高さとした条件での津波シミュレーションが行われ、堤防による津波のせき上げを考慮した堤防前面の水位が得られるようになった。また、津波波圧の鉛直分布を表す波圧係数と進行波のフルード数との関係が整理されてきた。そこで、津波による波力は、海岸堤防によるせき上げを考慮した静水圧から算定する方法と、海岸堤防がない場合の進行波の高さ η_{\max} とそのピーク時のフルード数 F_r を用いて、Asakura ら(2003)の波圧算定式および榊山(2012)の波圧係数 α によって算定する方法によって求めた。Asakura ら(2003)の波圧算定式では、図1のように、波圧は初期潮位 ($z=0$) 付近では波圧係数に応じて静水圧より大き

くなるが、上部では静水圧と等しくなる。このため、進行波の高さと比べて波返工が高い位置にある場合には、波返工に作用する波圧は、進行波の高さに波圧係数を掛けて得られる波圧の作用高からの静水圧となる。このため、Asakura ら(2003)により得られる波圧の作用高と設計津波の水位が一致する場合には、波返工に作用する波圧は設計津波の水位からの水位と等しくなる。

試算では、波返工の高さを 1m と仮定するとともに、津波浸水シミュレーションの結果を参考にしてフルード数を設定した。また、榊山(2012)の波圧係数のばらつきを考慮して、その最大値である 12% を割り増した。

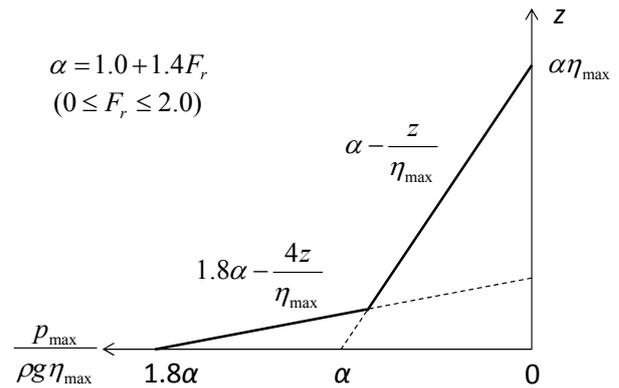


図1 津波の波圧分布 (縦軸: 初期潮位からの高さ、横軸: 無次元化した波圧)

表1のように、高田海岸では静水圧から算定する方法と Asakura ら(2003)の方法での試算結果が同程度になったが、高知海岸では後者の方が大きくなった。高知海岸での試算に用いた進行波の高さは波圧係数を割り増さない条件で設定したため、割増率の考慮によ

り作用高が大きくなったためと考えられる。なお、仙台湾南部海岸では、波返工まで津波が到達しなかった。

表 1 津波による波力の試算結果

	高田海岸	仙台湾南部海岸	高知海岸
天端高	T. P. +12. 0m	T. P. +7. 2m	T. P. +8. 3m
波返工下端の高さ	T. P. +11. 0m	T. P. +6. 2m	T. P. +7. 3m
初期潮位	T. P. +0. 69m	T. P. +0. 70m	T. P. +0. 94m
進行波の高さ	5. 51m	3. 3m	6. 95m
フルード数	0. 5	0. 3	0. 02
設計津波の水位	T. P. +11. 5m	T. P. +5. 2m	T. P. +7. 98m
静水圧から求めた波力	1. 26kN/m	作用しない	2. 48kN/m
Asakura ら(2003)で求めた波力	0. 94kN/m	作用しない	11. 44kN/m

(2) 風波による波力の試算

風波によって波返工に作用する力は、「海岸保全施設の技術上の基準・同解説」に沿って、構造物が汀線より海側にある場合（高田海岸、高知海岸）には合田式で、陸側にある場合（仙台湾南部海岸）には富永・久津見の式で算定した。

表 2 のように、仙台湾南部海岸と高知海岸は同程度の波力と見積もられる一方、高田海岸では波返工まで波力が作用しなかった。また、高知海岸では、津波による波力と比べて大きい値となった。

表 2 風波の波力の試算結果

	高田海岸	仙台湾南部海岸	高知海岸
天端高	T. P. +12. 0m	T. P. +7. 2m	T. P. +8. 3m
波返工下端の高さ	T. P. +11. 0m	T. P. +6. 2m	T. P. +7. 3m
設計高潮位	T. P. +1. 25m	T. P. +1. 60m	T. P. +2. 20m
換算沖波波高	3. 86m	8. 60m	11. 8m
設計波の周期	10. 0sec	13. 0sec	15. 5sec
波力	作用しない	27. 52kN/m	27. 58kN/m

(3) 波返工の安全率の試算

(1) および (2) で算定された波圧分布を用いて、「海岸保全施設の技術上の基準・同解説」の配筋例と同様と仮定した波返工を対象に、鉄筋の引き抜き、せん断破壊、引張降伏に対する安全率を試算した。配筋例では鉄筋径は 16~19mm、沿岸方向の鉄筋間隔は 25~40cm とされていることから、本試算では鉄筋を D16 とし、沿岸方向の鉄筋間隔を 30cm とした。

その結果、3 海岸とも、3 つの照査項目について安全率が 1 を超える結果となった。設計対象の津波や高潮

に対しては、上記解説に示された通りの配筋がなされていれば、波返工は破壊されない箇所が多いものと考えられる。

(4) 波返工に必要な配筋量の試算

「海岸保全施設の技術上の基準・同解説」の配筋例の安全性が確認された試算対象の 3 海岸について、鉄筋径や沿岸方向の鉄筋間隔を変数とした安全率の感度分析を行った。具体的には、(1) および (2) で算定された最大の波力（高知海岸での風波による波力）を用いて、(3) で最も安全率が小さかったせん断破壊を対象に、安全率を満たすのに必要な鉄筋量を算定した。

鉄筋を D16 として鉄筋間隔を大きくした場合には、140cm まで破壊に至らない結果となった。鉄筋を D10 として鉄筋間隔を大きくした場合には、50cm まで破壊に至らなかった。破壊に至らない鉄筋間隔で両者の経済性を比較したところ、D16 の方が D10 より 7% 安くなる結果となった。このように、「海岸保全施設の技術上の基準・同解説」の配筋例より鉄筋間隔を広げても、所要の安全率を確保できる箇所があることがわかった。

ただし、コンクリート標準示方書では、コンクリートの断面積の 0. 15% 以上の軸方向鉄筋を配置することが望ましいとされている。これを高さ 1m、基部の厚さ 70cm の波返工に D16 を用いる場合に当てはめると、鉄筋間隔は 35cm 以下であることが望ましいことになる。コンクリート標準示方書の規定に沿うには「海岸保全施設の技術上の基準・同解説」の配筋例程度の配筋が必要であり、鉄筋間隔をむやみに広げることは望ましくないと判断される。

[研究成果]

津波および風波に対する波返工の安全性の照査方法を示すとともに、「海岸保全施設の技術上の基準・同解説」の配筋例に従った構造であれば波返工の安全性に概ね問題ないことを明らかにした。本成果は、性能規定に基づく海岸堤防の設計に資するものであるとともに、設計規模を上回る波力に対する波返工の安全性の照査にも役立つものである。

[成果の発表]

技術速報等にとりまとめて発表する予定である。

[成果の活用]

各海岸での堤防等の設計に活用される。

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

(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]

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。24 年度は、仙台湾南部海岸を対象に、津波浸水データベースを試作した。

没水型ヘッドランド等に関する調査

Research for submerged type artificial headland

(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 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、没水型施設の漂砂制御機能や安全性能の照査方法、管理手法の体系化を目的としている。

今年度は、ヘッドランドの突堤部を没水型とした場合の漂砂下手側への影響緩和効果を砂の相似性を考慮して石炭粉を海岸材料として用いた平面 2 次元水理模型実験より調べた。この結果、突堤部分を没水型とすることで、漂砂上手側において一定の効果を発現しつつ下手側における影響を小さくすることが可能であることが確認された。

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 23～24 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 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、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。24 年度は、潮位・波浪観測データを用いて潮位・波浪予測データをリアルタイムで補正できるようにうちあげ高予測システムを改良するとともに、異常潮位時の潮位予測データの補正手法の検証を行った。

地震・津波に対する堤防構造調査

Research on Coastal Dike Structures against Earthquakes and Tsunamis

河川研究部 海岸研究室

(研究期間 平成 23～24 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]

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、地震および津波に対する海岸堤防の粘り強い構造について検討する。24年度は、堤防陸側に土地の制約があり、コンクリート平張りの裏法被覆工の場合における構造上の工夫について水理模型実験を行い、裏法尻の洗掘対策として矢板の敷設、及び裏法被覆工の変形による堤体土の吸い出しの抑制を図るための被覆工下面への捨てコンの敷設により、津波の越流に対して粘り強くなることを確認した。また、バットレス構造など、堤体内の構造上の工夫についても水理模型実験を行い、工夫を施さない構造と比較し粘り強くなることを確認した。

津波を起こす地震の地震動に対する海岸堤防の耐震照査に関する調査

Research on the method for inspecting the resistance of sea dike to the earthquakes which cause tsunami

河川研究部 海岸研究室
危機管理技術研究センター 地震防災研究室
河川研究部 海岸研究室

(研究期間 平成 24 年度)
室 長 諏訪 義雄
主任研究官 片岡 正次郎
研 究 官 渡邊 国広

[研究目的及び経緯]

本研究は、津波を起こす地震の地震動に対する海岸堤防の耐震照査手法を確立することを目的とする。

まず、南海トラフ周辺の海岸において設計対象津波となり得る既往の津波断層モデルに対応する既往の強震断層モデルを整理した。次に、耐震照査に用いる地震動波形もしくは応答スペクトルをこれらの強震断層モデルから算出する手法として距離減衰式および統計的 Green 関数法を選定して 5 海岸における地震動の算出を試行した。また、中央防災会議によって提示された南海トラフ巨大地震の強震断層モデルについても距離減衰式によって応答スペクトルを算出し、河川構造物の耐震照査で使用されているレベル 2-1 およびレベル 2-2 の地震動の加速度応答スペクトルと比較した。これらの地震動等による海岸堤防の変形を解析する手法として ALID および FLIP に着目し、東北地方太平洋沖地震における海岸保全施設の変形の再現計算をおこない、結果を実際の被災状況と比較し、各手法の再現性の特徴を整理した。

流砂系からの砂の供給増加に伴う海岸の再生効果に関する調査

Research for beach reformation effect improved with increase of river origin sand supply

河川研究部 海岸研究室

(研究期間 平成 23～24 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]

流域及び沿岸の総合土砂管理による渚の再生を進めるためには、河口からの供給土砂の増加が沿岸の海浜を再生する効果を評価する技術の確立することを目的としている。この際に、河川から供給増加の可能性を見込むことが出来る砂分と海岸での侵食過程で残存した礫分の漂砂機構の違いを明確にすることが必要である。そこで、本調査では従来の海岸漂砂実験で用いていたケイ砂に変えて動き易さの相似性を満たす石炭粉を砂相当として用い、礫分には碎石を用いる極端な移動床模型実験を実施した。

実験の結果より、礫のみが供給された海岸は、砂と礫の両方が供給された海岸と比べて海岸線の方向が波の方向に対して急になるために沿岸漂砂量が大きくなる。その後、砂を主体として復元しようとしても、礫で覆われた箇所の復元は時間を要することが確認された。

海岸事業の構想段階における計画検討の手順及び手法に関する調査

Research on the process and method for planning the coastal management

(研究期間 平成 24 年度)

河川研究部 海岸研究室

室 長 諏訪 義雄
研 究 官 渡邊 国広

[研究目的及び経緯]

本研究は、海岸事業を実施する海岸の選定を透明化させるためのガイドライン作成にあたって必要となる海外における計画策定手順及び手法を整理すること、海岸選定のうえで必要となるバックデータを準備することを目的とした。

海外で実施された海岸事業もしくは海岸周辺の開発事業の計画策定プロセスについて記載されたガイドライン類または報告書を 8 件収集し、ガイドライン類が作成された背景および依拠する考え方、計画検討手順、評価項目の設定、複数案の設定、複数案の比較評価方法、計画案選定方法について、「公共事業の構想段階における計画策定プロセスガイドライン」および「構想段階における市民参画型道路計画プロセスのガイドライン」と比較・整理した。また、海岸選定のうえで必要となるデータとして、過去の高潮・高波による人的被害や不動産被害等、公的機関によって公開されている背後地の人口や土地利用、自然環境の情報などを GIS 上のデータ化し、海岸保全事業実施の優先度についての評価を試行した。

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 22～24 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

[研究目的及び経緯]

本研究では、砂袋詰め工法（サンドパック工法）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、室内試験および現地施工実験・モニタリングを行ってきた。

今年度は、宮崎海岸に現地施工実験を行った浜崖後退抑止工としてのサンドパックの変状・効果のモニタリングを実施するとともに「浜崖後退抑止工の手引き（案）の策定を進めた。宮崎海岸で実験設置したサンドパックの端部に相当する部分が海岸地盤の低下により過度な引張り力が袋材へ集中し破損する事例が生じ、地形変化等に備えた強度強化が必要であることが確認された。

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

(研究期間 平成 23～24 年度)

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

室長 川崎 将生
Head Masaki KAWASAKI
研究官 豊田 忠宏
Researcher Tadahiro TOYODA

After the Great East Japan Earthquake disaster of March, 2011, a domestic nuclear power plant stops. Therefore stringency of the electricity continues now. Renewable energy attracts attention as electricity except the atomic energy. The small hydraulic power generation is one of the renewable energy. Increase of small hydraulic power generation is expected in future. Therefore, the Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism is considering simplifying the procedure of use of small hydraulic power generation. However, in order that there may not be sufficient knowledge about the influence on the river depended on water supplies, it is difficult for the status quo to judge the permission for water supplies in the river of a mountain. Therefore, the determination method of the normal discharge in the river of a mountain was considered.

[研究目的及び経緯]

平成 23 年 3 月に発生した東日本大震災以降の国内原子力発電所の停止に伴い、電力の逼迫する状況が続くなか、「再生可能エネルギー」が注目されている。平成 24 年 7 月 1 日からの再生可能エネルギーの「固定価格買取制度」の開始により、今後、小規模な水力発電の増加が予想される状況となっている。

国土交通省においても、小水力発電に関わる水利用手続の簡素化による、導入の促進が検討されている。特に山地河川では、小水力発電の導入を行いやすいと考えられるが、山地河川特有の河川形態により、水利用による河川への影響に関して、明確な知見が得られていない。そのため、山間部河川における適切な維持流量の設定に関する検討を行った。

[研究内容]

1. 山間部河川の検討項目の抽出

山間部河川における維持流量決定のために必要となる検討項目について、過去の水利権申請状況を基に整理し検討上必要となる項目の抽出を行った。

2. 景観への影響からの維持流量決定手法の検討

山間部河川で特有となる景観要素を把握し、景観検討の必要項目として整理検討を実施した。

3. 生物への影響からの維持流量決定手法の検討

山間部の複雑な河道形態の中で、生物への影響を把握するため、山地河川のモデル化手法を検討し、流量変化による影響評価手法について検討を実施した。

[研究成果]

1. 山間部河川の検討項目の抽出

通常河川において正常流量の検討を実施する際には、

生物、景観、漁業、地下水、河川管理施設等への影響等、主として 9 項目の影響について検討し、取水による影響を確認した上で、水利用の許可を行う事としているが、山間部河川では影響が非常に少ないもしくは、検討を要しないと考えられる項目も存在する。過去に実施された山間部の水力発電に関わる水利権審査の実例を基に、山間部で主に検討されている審査項目についての確認を行った。山間部における維持流量の決定根拠としては「生物」と「景観」の 2 項目によるものが全体の 90%以上を占める。以上の結果から、上記 2 項目に絞り込み検討を実施した。

2. 景観への影響からの維持流量決定手法の検討

山間部における河川形態の特徴として、平野部河川と異なり、明確な河川幅を決定できないという特徴がある。特に溪流部に見られる step-pool (ステッププール) のような河道構造においては、平野部で用いられる川幅水面比(W/B=0.2)という指標では、景観上の必要流量を既定できないと考えられる。そのため、一般の被験者を対象としたアンケート調査により、山間部河川における「水量感」と「流量」の関係について調査を実施した。調査結果の一例を図-1 に示す。図において、青色の着色箇所が水量感を感じると評価されている箇所であるが、特に落水や波立ちの状況により、白化している



図-2 景観選好性実験結果事例

場所に集中する結果となった。この結果を踏まえ、山地河川における景観上の評価指標の一つとして、波立ちを抽出し、水理指標との関連性を整理した。この結果、波立ちとの関連性の高い指標はフルード数と流速であり、フルード数 0.33 以上流速 0.3m/s 以上が必要であると確認された。

3. 生物への影響からの維持流量設定手法の検討

山間部における河道形態は、平野部の河川と異なり、ステッププールや、カスケード、瀬、淵等の構造を不連続に有し、複雑な流れを形成している。このような複雑な流れの形態を一体的に評価する事は非常に難しいと考えられるため、山間部特有の河道構造を細分化し、それぞれの構造ユニット毎にモデル化を行った。過去の研究事例を基に、山間部の地形要素を表-1 の分類で整理し、地形要素の組合せにより得られるユニットとして表-2 の通り定義した。これらの定義に基づき実河川の調査結果からモデルを構築し、検討を行った。

表-1 山間部河道構成要素分類

構成要素名	文献上の分類			要素の解説
	River Ecology and Management	Fish Habitat Rehabilitation Procedures	Grant ほか	
ステップ	Step	Step	Steps(段落ち)	出水時に停止した礫で形成される階段の河床
プール	Pool	Pool	Pool(窪)	緩勾配で、水深が深く、流れが緩やかな河床
カスケード	Cascades	Shallows ・ Cascade ・ Riffles ・ Rapids	Cascade	Cascade(小滝域)
浅瀬	Riffles		Riffles(浅瀬)	水深が浅くなる場所
早瀬	Rapid		Rapid(早瀬)	底の石が砂に埋もれず表面が白く溢立っている河床

※文献内で、想定していると考えられる構成要素

表-2 山間部河道分類

河道構成 (unit) 名		文献上の分類		構成要素との関係
		River Ecology and Management	Fish Habitat Rehabilitation Procedures	
ステッププール河道 (SP)	Step-pool	Step-pool reaches	SP (Step-pool)	構成要素のうち、steps と pool を主体とする河道
カスケード河道 (CA)	Cascades	Cascade reaches	CP (Cascade-pool)	構成要素のうち、Cascades と pool を主体とする河道
瀬淵河道 (RP)	Riffles-pool	Plane-bed reaches	RP (Riffle-pool)	構成要素のうち、Riffles, Rapid, Pool を主体とする河道

調査対象河川は、全国の小規模水力発電の実施河川を対象に、水利審査資料の内容を整理し、山間地河川として代表的な2河川を選定した。選定の結果、加地川(鳥取県:千代川水系)、緑川(熊本県:緑川水系)の2河川が選出された。2河川において、河川形状(縦断、横断測量、河床材粒径)の計測及び、物理諸量(流速、水深、流量、水温)の観測を行った。加地川については、平均河床勾配が1/8~1/11と非常に急な河川勾配となっており、構成するユニットについても、ステッププールとカスケードが支配的な河道形態であった。緑川については、河床勾配が1/40~1/60と山地河道の中では比較的緩い河道であり、構成ユニットは、瀬淵河道が支配的であった。2河川の縦断測量結果、及び横断測量結果を基に各河川の構造をユニット別に分類し、これらの各ユニット内の流量変化に伴い物理量が大きく変化する際に生物への影響が予想されるこ

とから、その変化点流量を必要流量と設定し算出を行った。計算結果の一例を図-3に示す。

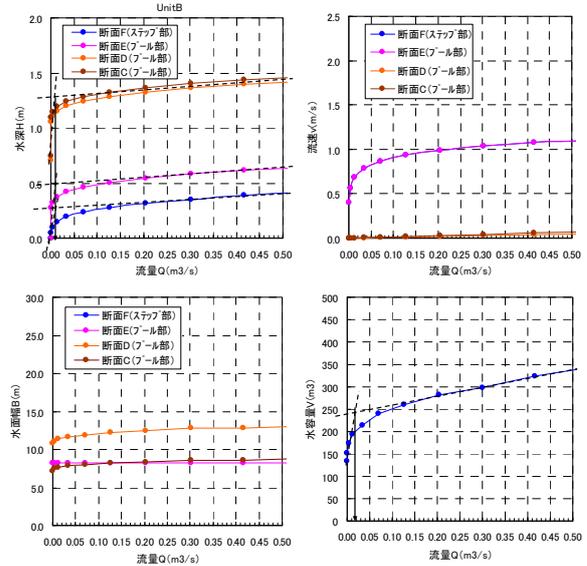


図-3 変化点計算結果(ステッププール河道の例)

表-3 必要流量整理結果

分類	区間名	河道構成	必要流量
上流部	加地川上流区間(1/11河道)	ステッププール河道	水深、水容量 0.02m³/s
		カスケード河道	水深、水容量 0.02m³/s
	加地川下流区間(1/7河道)	ステッププール河道	水深、水面幅、水容量 0.01~0.15m³/s
		カスケード河道	—
下流部	緑川上流区間(1/60)	瀬淵河道	水深、水面幅、水容量 0.25~0.40m³/s
	緑川下流区間(1/40)	瀬淵河道	水深、水面幅、水容量 0.20~0.30m³/s

計算結果から各ユニットにおける必要流量の範囲を整理した。整理結果を表-3に示す。また、必要流量を濁水流量比としたものと、河床勾配との関係で整理したものを図-4に示す。この結果に基づき、河床勾配と各流域の流況、流域面積から山間部河道必要流量推定手法を設定した。

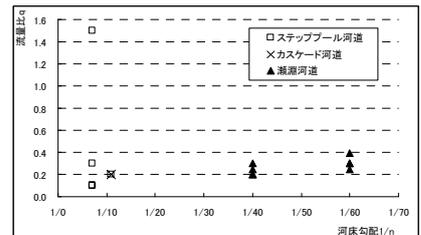


図-4 流量比q-河床勾配の関係

[成果の発表]

応用生態工学会、水工学会等に発表予定。

[成果の活用]

山間部における維持流量設定に関する技術的手法について整理を行い、限定的ではあるが簡易的な流量設定手法を取りまとめた。今後、この簡易的な流量設定手法により山間部河川における水利審査の簡素化の促進への活用が期待されるとともに、データの蓄積により技術的手法の向上が求められる。

中・下流域の貯水施設容量の有効活用に関する研究

Effective utilization of capacity of water storage facilities in midstream and downstream

(研究期間 平成 23~24 年度)

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

室長
Head
研究官
Researcher

川崎 将生
Masaki KAWASAKI
猪股 広典
Hironori INOMATA

The possibility of effective dam operation on water utilization was investigated by introducing long-term meteorological forecast. One-month meteorological forecast was modified to improve its accuracy by statistical method (Artificial Neural Network). The dam operation simulation on water utilization was conducted by the modified one-month precipitation forecast. It was found that the drought duration was decreased by utilizing the modified one-month precipitation forecast.

【研究目的及び経緯】

気候変動の影響による渇水深刻化への懸念や自然再生エネルギーの一環としての水力発電など、ダムに対する社会的要請が高まっており、ダムのより高度・効率的運用による無効放流の減少・利用可能水量の増加によりこれらの要請に積極的に応えることが求められる。

無効放流を減少させ、利用可能水量を増加させるための技術的方策の一つとして、長期予測データの活用が挙げられるが、現状のダムにおける利水運用は前日の河川流量などの情報を基に放流量を決定するなど、短期的情報・視点から運用されるのが主であり、長期予測データ・情報は利用されていない。これは、利水運用において最も重要である長期予測雨量データの予測精度が満足でないことや、予測の信頼性を表現する情報であり既に利用可能である長期アンサンブル予測データの利水運用における利用手法が確立されていないことが技術的な課題であると考えられる。

本件では、気象庁の長期アンサンブル予測データのうち、1ヶ月予測を対象として、ダム利水運用操作に関わる技術的検討を行う。本研究の実施により治水機能を損なうことなく現運用操作以上に無効放流を減少・利用可能水量の増加を可能とする手法を提案する。

【研究内容】

1. 長期予測データの実用的補正方法の検討

ダムの利水運用効率を高めるために、長期降雨予測データの利用が一つの選択肢として考えられる。しかし気象庁から提供されている長期降雨予測データは、時間解像度は日単位であるものの、空間解像度については2.5度メッシュと非常に粗いため、ダ

ムの利水運用に活用するための精度を現時点では有していないため、そのまま利用することはできない。ここでは、1ヶ月の長期アンサンブル気象予測データを河川流域やダム流域で利用できるように統計的に補正する手法について検討を行った。

2. 長期予測データに基づくダム運用操作手法検討

1. において作成した、統計的手法によって補正されたアンサンブル予測雨量を用いて、筑後川流域の江川ダムおよび寺内ダムを対象とした利水運用シミュレーションを実施した。比較基準となる、予測を用いない利水運用についてもシミュレーションを行い、その結果と比較することで予測を用いた利水運用の効果を確認した。

【研究成果】

1. 長期予測データの統計的補正方法の検討

気象庁から提供される長期アンサンブル予測データは、降水量だけでなく気温、風速、湿度といった気象要素も含まれている。ここでは、予測降水量と観測降水量との間で統計的な補正手法を構築するのではなく、降水量は気温、湿度、風速等が非線形に関係することで生じる現象であることから、これら気象要素と降水量の関係を非線形式で表現できるニューラルネットワーク（以下、NN）により補正することを試みた。最初に、気象再解析データであるJRA25の気温、湿度、風速等の気象要素から筑後川の流域平均雨量と相関の高い気象変数を抽出した。次に抽出された気象要素を入力とするNN（入力層、中間層、出力層が各1層の3層構造）について、筑後川の流域平均雨量を教師データとすることでNNの定数を決定した。最後に、設定したNNに対して気象庁の1ヶ月の長期アンサンブル予測から得られる気象要素を入力することで、補正した予測降水量が得られる。結果の一例として、図1の左図は

気象庁1ヶ月予測のアンサンブル平均降水量であり、右図は左図と同時期のNNによる補正結果を示している。右図に示されるNNによる補正結果は左図よりも観測値と予測の相関が高いことが確認され、NNによる補正手法の有効性が確認された。

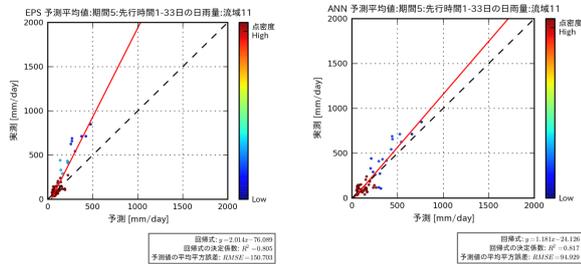


図1 気象庁1ヶ月予測のアンサンブル平均降水量(左図)とニューラルネットワークによる補正降水量(右図)の比較

2. 長期予測データに基づくダム運用操作手法検討

1. で述べた補正手法により精度向上を行った予測降水量を入力として流出計算を行い、その結果に基づくダム利水運用計算を行った。検討対象ダムは筑後川流域の江川ダムおよび寺内ダムであり、シミュレーション対象年として近年の実績の流況データから渇水傾向であった年を中心に5ヵ年選定した。利水運用として、ここでは予測を基にした利水運用操作を含めて3種類の利水運用シミュレーションを実施・比較することで予測を基にした利水運用の有効性を評価する。3つの運用方法は以下の通りであり概念図を図2に示す。

① 基準運用：

当該日の貯水率に応じて一定の取水制限率を設定する。貯水率と取水制限率との関係は、実績データを用いて求める。

② 制限率曲線運用：

あらかじめ1/10 渇水規模の取水制限率毎の基準確保容量曲線を検討しておき、貯水容量がこの曲線を下回るかどうかを制限率設定の判断基準とする。この運用では、当該日の貯水容量が $\alpha\%$ 制限の確保容量を上回るような取水制限率 $\alpha\%$ を設定する。

③ 制限率曲線+予測運用：

手法②と同様に、取水制限率毎の基準確保容量曲線を制限率設定の判断基準とする。予測運用では、取水制限率 $\alpha\%$ で運用した場合の1ヶ月先貯水容量の期待値(アンサンブル予測平均値)が $\alpha\%$ 制限の確保容量を上回るような取水制限率 $\alpha\%$ を設定する。

シミュレーション結果の一例として2002-2003年の結果を図3に示す。制限率曲線+予測運用では、他の2運用と比較して取水制限期間が最も短く、最小限の取水制限率に抑えることができている。特に取水制限が解除されるタイミングが他2運用よりも短いことが

特徴的である。これにより、貯水容量全体をできるだけ余すところなく効果的に活用できているといえる。ただしこのとき、予測情報は期間全体を通して過大気味であり、これによって結果的に予測の効果が大きく現れている。本ケースでは結果としてダムが枯渇しなかったため予測運用が効果的に現れているが、さらに予測が過大であればダムが枯渇していた可能性もあるため、この点には留意が必要である。

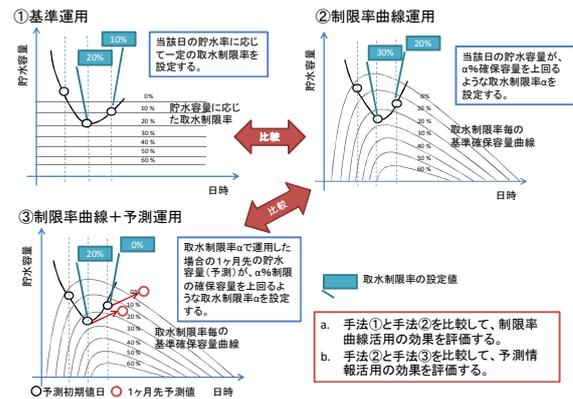


図2 3つの運用方法の概念図

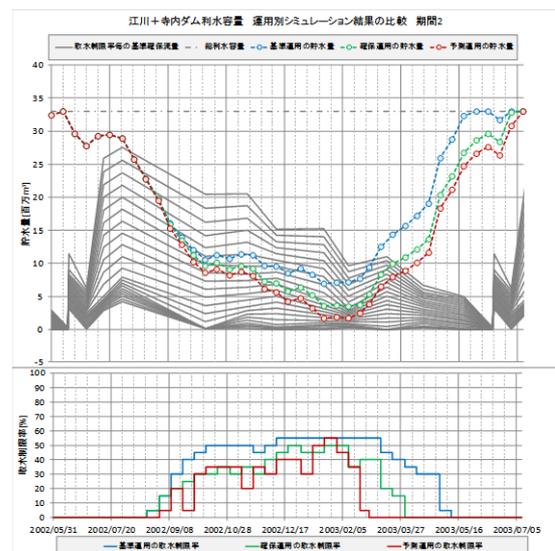


図3 長期予測データを用いた江川・寺内ダムの利水運用シミュレーション結果(2002-2003)

【成果の発表】

なし

【成果の活用】

近年発生した渇水を対象としてここで述べた手法の適用事例を積むことにより、渇水被害を緩和する効果的なダム運用操作の技術的実現性が検証可能となる。また、ダムの弾力的運用や流域内ダム群の効果的な利水運用等、無効放流を減少させるダム運用操作にも活用できる可能性がある。

最適渇水調整手法の研究

Research on drought optimum adjustment method

(研究期間 平成 23~24 年度)

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

室長 川崎 将生
Head Masaki KAWASAKI
研究官 豊田 忠宏
Researcher Tadahiro TOYODA

The water level decline of a reservoir is predicted on condition of "adjustment based on experience of the past water shortage", "continuation of water shortage by non-rain", etc., and the present water shortage adjustment is performed based on the prediction result. However, this adjustment technique is not a technique in consideration of the tolerance to residents' water shortage. Therefore, problems, such as residents' complaint, arose in the past water shortage. This research develops the method of the water shortage adjustment which made tolerance to residents' water shortage the index in order to perform water shortage adjustment in consideration of residents' feeling. In consideration of change of the proof stress by continuation of water shortage, "the water shortage adjustment technique of minimizing water shortage influence on residents" was examined.

〔研究目的及び経緯〕

現在実施されている渇水調整は、過去の渇水経験や無降雨による渇水継続を前提として、貯水位の低減を予測し、その予測に基づき貯水池の運用が実施されている。このような調整手法では、住民の渇水への耐性を考慮した手法ではないため、過去の渇水時においては、住民からの苦情等の問題が生じている。

そのため、住民の渇水への耐性に基づく調整を可能とするため、住民の持つ渇水耐性の指標化を行い、その渇水耐性を受忍度として、渇水調整に活用するための手法についての検討を行った。渇水への受忍度の、長期的な渇水の継続による変化を把握し、受忍の変化を、貯水運用に反映しつつ、ダム貯水を有効に活用することにより、住民に対する渇水の影響を最小限に抑える事を目的とした渇水調整手法の開発について、検討を実施した。

〔研究内容〕

1. 渇水受忍を考慮した運用手法の検討

過去に実施されている社会実験結果を基に、渇水による住民への影響に関する情報を、渇水受忍を評価する指標とすべく、整理手法について検討を実施した。

2. 受忍曲線の課題点の抽出

貯水運用の変更により、渇水に対する住民の受忍がどの様に変化するかを確認すべく、シミュレーションによる検討を実施した

3. 受忍曲線の改良と運用・評価手法の検討

貯水運用について、受忍を考慮した運用についてシミュレーションを実施し、受忍反映による被害額及び、住民への影響を評価する事により、総合的な運用効果についての評価を実施した。

〔研究成果〕

1. 渇水受忍を考慮した運用手法の検討

平成 21 年度に大阪府枚方市において、居住者 120 名を対象に模擬的に断水を経験させ、断水経験に基づくアンケートを行う社会実験を実施しており、その際に得られた結果を基に再整理を実施した。アンケートは、6 時間、9 時間、12 時間の断水経験毎に、3 段階の評価により回答を行う形式で実施し、この結果に基づき受忍曲線の整理を行った。図-1 に受忍曲線を示す。

受忍曲線は、渇水に対して「厳しい」と回答した回答者率が 50% となる点を包絡した曲線である。これにより節水時間と継続時間により、受忍割合を確認出来る。

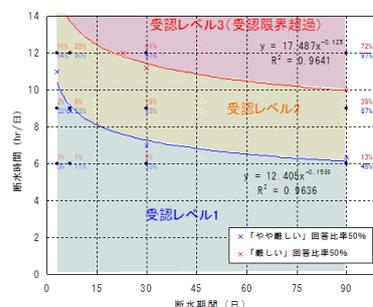


図-1 渇水受忍曲線

この受忍曲線を活用した運用手法について検討を行った。受忍曲線に基づき、受忍を超過しない節水パターンを設定し、貯水池の運用シミュレーションを実施した。シミュレーションの対象は、近年においても渇水の発生が多い、吉野川及び筑後川流域を対象とし、渇水年 5 箇年における、各河川のダム運用についてシミュレーション計算を実施し、被害額及び、受忍状況について整理した。

①貯水池運用シミュレーション

シミュレーションの実施において、渇水受忍を運用に反映させるため、渇水受忍曲線を超過しない範囲で

節水率のパターンを予め設定した。節水率パターンを設定例を図-2に示す。シミュレーションにおける節水開始のタイミングとして貯水率が20,30,40,50%の4ケースを設定した。シミュレーションによる貯水池運用結果を図-3に示す。受忍に基づき制限を設定するため、長期にわたり高率の節水を掛けられないことから、実績の運用と比較すると、貯水量の減少がはげしくなる傾向がある。そのため、低貯水率から制限を開始した場合、短期的に厳しい制限をかけて貯水低下を抑制するが、結果的にダムが枯渇するという傾向が見られている。

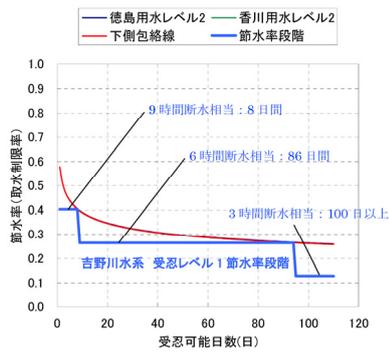


図-2 受忍考慮節水パターン

②被害額及び渇水受忍状況の整理

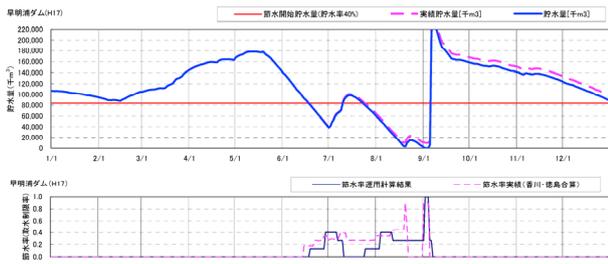


図-3 貯水池運用結果（早明浦ダム）

①において実施したシミュレーション結果について、受忍状況の比較を行った。比較結果を図-4に示す。受忍状況で見た場合においては短期的には、受忍を超過しないよう制限をかけるが、結果的に貯水が枯渇することにより、制限率が100%となり、受忍を大きく超過する結果となった。

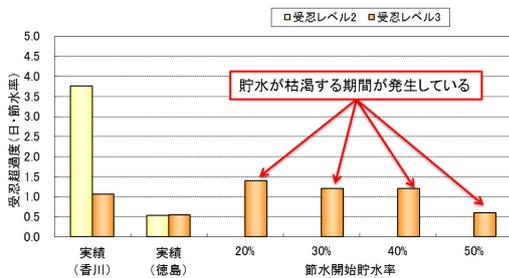


図-4 受忍状況比較（早明浦ダム）

2. 受忍曲線の課題点の抽出

受忍運用の検討により、幾つかの課題が確認された。運用上の課題として、渇水受忍を超過させないため、

制限率が低率で設定されることとなり、節水期間が長期に及ぶ傾向が見られる。そのため、渇水被害額の増大と、最終的に貯水池の枯渇につながり易くなる。また評価上の課題として、受忍の履歴が考慮されないことが上げられる。制限パターンとして初期に高率を設定した場合と低率を設定した場合とで、同時期に受忍を超過しても、現状では受忍状況に差が無いと評価しており、受忍超過前に受けている受忍度が評価上反映されない。これらの課題を考慮して、受忍曲線の改良検討を行った。

3. 受忍曲線の改良と運用・評価手法の検討

既往の渇水受忍曲線では、各々の節水率下による受忍状況を一律の曲線で評価していた。しかしこの手法では、節水率の切替時における、従前の節水による影響を十分に反映できていない。そのため、図-5に示すように、各々の断水時間と受忍度の関係を個別にグラフ化し、節水率の切替時において、切替前の節水率による受忍度を蓄積分として反映することにより、節水率の切替時における受忍の蓄積を評価した。この受忍評価手法を用いた運用比較について、図-6に示す。図から新たな受忍からの節水パターン設定手法により、受忍を抑えた運用が可能である事が確認出来た。

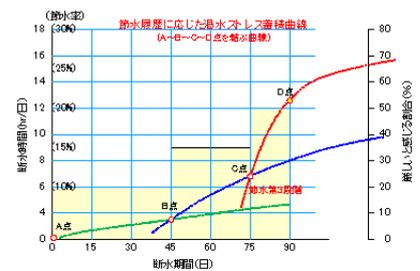


図-5 新受忍節水パターン

図-6に示す。図から新たな受忍からの節水パターン設定手法により、受忍を抑えた運用が可能である事が確認出来た。



図-6 新受忍運用による受忍比較結果

[成果の発表]

特になし。

[成果の活用]

渇水の継続による住民の受忍状況の変化について、当該手法により評価することが可能となった。今後降雨予測の精度向上等により、不足量の把握が可能になれば、渇水調整への活用も期待できる。

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 川崎 将生
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、河川上流域における流量変化による影響について評価モデルを作成し、ダムからの流量の変化による下流河川における影響評価を実施するための基礎的な検討を実施し、河道内での流量変化による影響評価に関する基礎的な考え方について整理した。今後、ダムの貯水量の運用変化によるダム下流域の環境に関する影響評価について検討を実施する。

水災害・水資源管理に係る海外の気候変動適応策・技術基準調査分析

Research on the climate change adaptation measures and the technical standards for flood damage mitigation and water resources management in each nation.

河川研究部 水資源研究室

(研究期間 平成 24～26 年度)

室 長 川崎 将生
主任研究官 板垣 修

[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）等を踏まえ、気候変動に適応した水災害対策・水資源管理が喫緊の課題であるが、同検討には同適応策に係る海外の最新情報の継続的な収集・分析が必要不可欠である。

本研究は、上記検討に必要な海外の気候変動適応策、関連する技術基準に係る情報の収集・分析を行い、我が国の同適応策及び関連する技術基準の策定・改定に向けた提言を行うものである。

平成 24 年度は、米英蘭を中心として各国の水災害・水資源管理に係る気候変動適応策に関する最新情報を収集・分析するとともに、同適応策の検討手法の一つとして重要と考えられる防災施設の機能発揮に係る不確定性の考慮手法について関連する技術基準・指針の収集・分析を行った。

地下水の適正管理手法に関する研究

Research on appropriate groundwater management

河川研究部 水資源研究室

(研究期間 平成 24～26 年度)

室 長 川崎 将生
主任研究官 西村 宗倫

[研究目的及び経緯]

今般、気候変動による渇水リスクの高まりや、地球規模の人口増加による水需要の増大など、水需給の逼迫が懸念される中で、表流水に加え、地下水を含めた多様な水源をそれぞれの特徴に応じて効率的に利用する総合的な水資源管理が求められている。そのため、本研究では、それを支える解析技術の確立や、ブレイクスルーとなる研究を目指している。

H24 年には、一級水系千代川をケーススタディ流域とし、流動解析モデルと水収支モデルの双方を構築し、国土交通省により地下水の観測が開始された 1975 年から 2011 年までの長期的な解析を行い、再現性を検証した。更に、21 世紀気候変動予測革新プログラムの後期実験 (MRI-AGCM3.2S) を踏まえバイアス補正した予測降雨量を用いて、近未来 (2015-2039)、将来 (2075-2099) の各 25 年間で、地下水を含めた水収支プロセスの将来予測を行った。

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

(研究期間 平成 22 年度～)

河川研究部 水資源研究室

室 長 川崎 将生
研 究 官 土屋 修一

[研究目的及び経緯]

本業務は、X R A I Nの本格運用に向けて観測精度の向上を図るものである。

平成 2 4 年度は、X R A I Nに最適な雨量算定式のパラメータを設定するために、雨滴粒径分布測定装置により観測した雨粒粒径分布、扁平率等のデータを用いて、散乱シミュレーションにより雨量算定パラメータを算出した。算出した雨量算定パラメータにより X R A I Nの観測雨量の過小傾向が改善されることが確認された。この結果は、X R A I Nのデータ処理システムに反映され運用されることが予定されている。

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

(研究期間 平成 23～25 年度)

河川研究部 水資源研究室

室 長 川崎 将生
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、既存の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 24 年度は、その時々気象条件に応じた予測雨量の幅を評価できるアンサンブル予測雨量を活用し、ダム洪水調節操作シミュレーションを複数の洪水に対して実施した。その結果、規則操作以上に洪水調節効果を発揮できる洪水事例があった一方で、アンサンブルメンバー全体の精度が低く規則操作よりも放流量を増加させる洪水事例も存在し、アンサンブル予測雨量を用いる場合でも予測が著しくはずれた場合を想定した制度設計が必要であることが示唆された。