

2021年度（第56回）  
水工学に関する夏期研修会講義集

A コース

Lecture Notes of the  
56<sup>th</sup> Summer Seminar on Hydraulic Engineering, 2021  
Course A

土木学会  
水工学委員会・海岸工学委員会  
Committee on Hydrosience and Hydraulic Engineering,  
Coastal Engineering Committee,  
JSCE

2021年8月  
August 2021

## 2021年度（第56回）

### 水工学に関する夏期研修会講義集

#### A コース(河川・水文コース)

#### 総合テーマ：激甚化する豪雨災害に備える河川技術

A-1	気候変動の地域影響予測と適応政策の在り方	高知工科大学 教授，副学長	那須 清吾 Seigo NASU
A-2	平成30年7月豪雨後の愛媛県における 防災・復興・流域治水の取り組みについて	愛媛大学 教授	森脇 亮 Ryo MORIWAKI
A-3	治水計画の変遷と降水量極値の変化	京都大学 教授	田中 茂信 Shigenobu TANAKA
A-4	激甚化する洪水氾濫災害から学ぶ水工学の 課題	群馬大学 教授	清水 義彦 Yoshihiko SHIMIZU
A-5	高潮の基礎と防災の枠組み	高知工科大学 教授，学長	磯部 雅彦 Masahiko ISOBE
A-6	2DH-3D解析を用いた都市域における津波複合 災害予測手法とその適用例	京都大学 准教授	米山 望 Nozomu YONEYAMA
A-7	河川における新しい技術の導入 ～革新的河川技術プロジェクトから大河川の 多自然川づくりまで～	土木研究所 上席研究員	中村 圭吾 Keigo NAKAMURA
A-8	河川・水防災におけるAI技術の活用	日本工営株式会社中央研究所 課長	一言 正之 Masayuki HITOKOTO

# 気候変動の地域影響予測と適応政策の在り方

## Regional Impact Prediction of Climate Change and Adaptation Policy

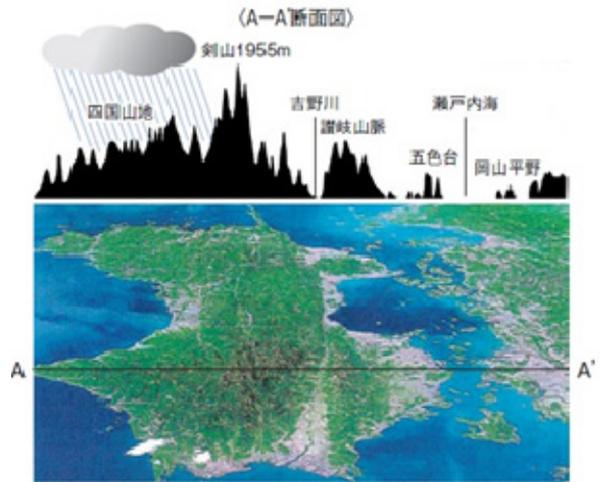
那 須 清 吾  
Seigo NASU

### 1. はじめに

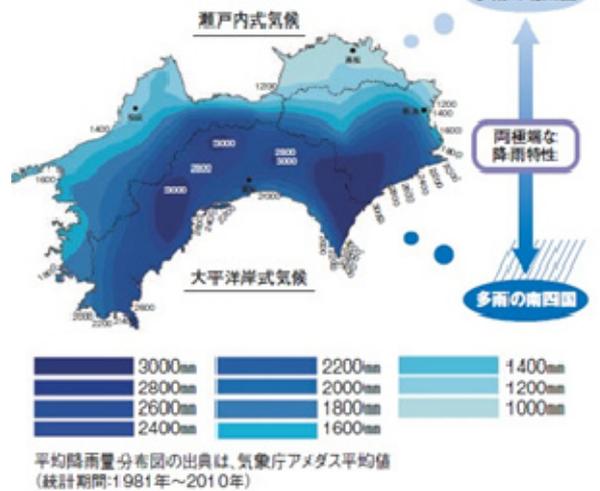
四国は特徴的な気候を有する。高知県を中心とする年間降雨量が3000mm／年を超える南部と1500／年以下にもなる北部である（図－1 参照）。よって、四国は国内でも有数の水不足が多発する地域であり、洪水の危険度も高い。特に四国最大の河川である吉野川は、長期にわたって香川県や愛媛県など頻繁に渇水に見舞われる。高知県も年間降雨量は大きいですが、貯水施設は十分とは言えず同様に渇水の頻度は高い。この様な四国4県、特に吉野川流域の水資源政策および水防災政策の難しさは、この様な気候や水資源に関わる自然現象に加え、水利用の権利関係や社会経済に対する影響の複雑性にあり、地域、流域内での政策に関わる合意形成を困難にしている。気候変動に関する政府間パネル（IPCC）第4次評価報告書によれば、大雨の頻度が増え、渇水の影響を受ける地域が拡大することが予測され、気候変動による降雨量や降雨パターンの変化が起きるとされている。四国はただでさえ厳しい水資源管理および防災政策を強いられており、気候変動が四国および吉野川の降雨パターンを変化させ、経済活動や生活用水としての利水のみならず、水環境や洪水調節機能にも大きな影響を与えることが懸念されている。気候変動が、利水、洪水、水環境にどのような影響を与えるかを評価し、水資源政策によってどのように気候変動に適応できるかを、定量的に把握することが喫緊の課題となっている。この様な多様で複雑な課題に取り組む為に様々な産学官の研究、政策立案などの活動が実施されてきた。

まず、平成18年度に「四国水問題研究会」が発足し、これが起点となって課題構造の解明と政策合意に向けた動きが始まった。そののち、平成22年度に文部科学省が立ち上げた「気候変動適応研究推進プログラム(RECCA)」において、高知工科大学・東京大学らの研究グループが「気候変動下における四国の水資源政策決定支援シ

■自然特性が大きく異なる瀬戸内側と太平洋側



■年間降水量の分布図



図－1 四国の気候特性

（四国水問題研究会・最終提言書より抜粋）

において、高知工科大学・東京大学らの研究グループが「気候変動下における四国の水資源政策決定支援シ

## 1. はじめに

気候変動に関する政府間パネル（IPCC）の第5次評価報告書では、気候システムの温暖化には疑う余地がなく、温暖化した世界では中緯度陸域の大部分で、極端な降水現象が強度と頻度ともに増す可能性が非常に高いことが示されている<sup>1)</sup>。日本ではすでに集中豪雨が増加傾向にあることが確認されており、毎年のように豪雨による河川の氾濫や土砂災害が発生するようになっている。

本講では、平成30年7月豪雨（西日本豪雨）で大きな被害を受けた地域の一つである愛媛県において、被災後の動き（主に防災・復興・流域治水の取り組み）について紹介する。第2章で平成30年7月豪雨（西日本豪雨）による愛媛における被災について振り返り、第3章で災害発生後に四国地方整備局が設けた「野村ダム・鹿野川ダムの操作に関わる情報提供等に関する検証等の場」で指摘された課題を整理する。また第4章では被災後の肱川流域で進む河川整備・ダム改良事業（ハード整備）の現状、第5章と第6章では、肱川河川整備計画の見直しとダム操作規則の変更についてそれぞれ述べる。第7章から第9章では、被災後のソフト対策（それぞれ、野村地区におけるハザードマップの整備、タイムライン（防災行動計画）策定と運用、ダム放流情報の住民への伝達）について現状を説明する。第10章では野村町における復興まちづくりの取り組み、第11章では愛媛県内における流域治水の取り組みについて紹介する。

## 2. 平成30年7月豪雨（西日本豪雨）による愛媛における被災

平成30年7月豪雨は、2018年6月28日から7月8日にかけて、西日本を中心に全国的に広い範囲で発生した集中豪雨である。総降水量は四国地方で1,800mm、中部地方で1,200mm、九州地方で900mm、近畿地方で600mm、中国地方で500mmを超え、多くの地点で24時間、48時間、72時間降水量の観測史上第1位を更新した。

この豪雨により、西日本を中心に多くの地域で河川の氾濫や浸水害、土砂災害が発生した。国管理河川では、高梁川水系小田川の2箇所が決壊、都道府県管理河川では、岡山県の10河川16箇所、広島県の12河川16箇所など、35箇所が決壊した<sup>2)</sup>。死者数が224人、行方不明者が8人となる甚大な災害となった。住家には全壊6758棟、半壊1万878棟、一部破損3917棟、床上浸水8567棟、床下浸水2万1913棟の被害が出た<sup>3)</sup>。

愛媛県では、7日朝、肱川の野村ダム、鹿野川ダムが相次いで異常洪水時防災操作を行い、西予市野村町では肱川の氾濫により5人が死亡した。宇和島市吉田町では、多数の土砂崩れが発生して11人が死亡した。土砂災害は柑橘類の果樹園地で多く発生しており、みかん農家に大きな打撃を与えた。愛媛県防災危機管理課の集計によれば愛媛県全域における死傷者は65人、死者・不明者は28人にのぼる。

浸水災害が大きかった肱川では野村ダムと鹿野川ダムが洪水調節容量を使い切る見込みとなり、両ダムで「異常洪水時防災操作」が実施された。当時、肱川流域では、7月4日22時より降雨が断続的に続き、観測地点によっては600mmを超える降雨を記録した。特に、7日3時から7時までの間は各観測地点で時間20mm/hを超える降雨を観測し、7時には野村ダム上流域の流域平均雨量は時間最大となる53mm/hを記録した。この降雨により、肱川の基準点大洲第二水位観測所では、観測史上最高となる8.11mを記録した。野村ダム上流域では計画規模（1/100）が365mm/2日であるところ421mm/2日の降雨量（1/258）を記録し、同様に鹿野川ダム上流域では計画規模（1/100）が360mm/2日のところ380mm/2日の降雨量（1/145）を記録した。つ

# 治水計画の変遷と降水量極値の変化

## History of Flood Control Plan and Change in Precipitation Extreme

田中茂信

Shigenobu TANAKA

1997年に河川法が改正され、河川の計画制度が大きく変わった。本論では最初に明治以降の治水計画の歴史と河川砂防技術基準を中心とする治水の考え方を振り返り、後半で、頻度解析の方法を概観するとともに近年の災害を引き起こす甚大外力の連続的とも言える発生を踏まえ極値外力をいろいろな視点から見てみたい。

### 1. はじめに

一般に我々の周りには色々な災害を引き起こす外力が働く。その災害を引き起こす外力がその社会にとって対処可能な外力かどうか、また、次に想定される外力が技術的条件および社会経済条件の観点から対処しうるものかどうかなどが関心事となる。場所毎に住んでいる環境が異なり、作用する外力の種類も大きさも違う。従って、それぞれの関心は異なるのが普通であろう。日本の周りにある海には「灘」と「浦」という呼び方があり、航行の難しさの程度を表していると聞く。「灘」だからといって、頻繁に高い波が押し寄せるわけではない。潮流など諸々の条件から海難のリスクがあるというふうに捉えている。外海に面したところといっても、太平洋側と日本海側では相当意識が違う。太平洋側は、普段は読んで字のごとくで、怖いのは台風時の強風、高潮と高波などであろう。もちろん一月に2度ある大潮と重なることを警戒する。大潮と言っても毎月同じではない。台風シーズン的大潮が最も高くなる。昔からこのようなことを調べて、計画に反映してきた。日本海側は冬季風浪が恐れられているが、干満差もそれほど大きいわけではなく、また、冬場は比較的潮位が低いこともある。しかし毎年のように一冬に何度も冬季風浪はやってくる。冬をどう安全に越すかが関心事である。高潮も冬季風浪の気象外力が原因となっている。さらに脱線するが、2005年8月30日カテゴリー5のハリケーンカトリーナが米国ルイジアナ州などを襲い、州都ニューオーリンズは未曾有の被害を被った。この直後、治安がおさまらない中で国際的な調査団の活動が制限されたが、高潮災害を経験していた日本とオランダの研究者がそれぞれ1名ずつ招かれた。その時に、小生は日本の代表として現地を調査する機会を与えられた。この時調べてわかったことであるが、日本は昭和28年9月の台風13号による三河湾を中心とする高潮災害を契機に、コンクリート3面張りの海岸堤防を築き始め、伊勢湾台風時にすでに完成していた部分は大いに効能を発揮したことを踏まえ、その後の高潮対策事業の展開へと進んでいる。オランダは1953年2月の北海での高潮により大被害を受けたことが契機となってデルタプランが進められてきた。両国とも高潮対策の経験年数は同じである。何かの縁かもしれない。

我々は大規模な自然現象や大災害に遭遇するとき、それに巻き込まれる程度により全く異なる反応をすることが多い。例えば、災害により大きな被害を受けた人からは、「また、次の台風で同じようなことが起きるかもしれない。どういう対策をしてくれるのか」と言われるが、一方で、被害を受けなかった人からは「こんな大災害はわれわれが生きているうちにはもう起きない」と言われる。これは、著者が2000年の東海豪雨の直後に矢作川中流部で実際に聞いた話である。後に統計の専門家から「天災は忘れた頃来る」という言葉で有名な寺田寅彦（中谷宇吉郎(1988)は、昭和9年(1934)室戸台風の直後に「寺田が書いた「天災と国防」の中にこの言葉と同じ趣旨が書かれているが、このことばと同じ表現はどこにも書かれていない。ペンを使わないで書いた言葉といえる」と述べている。）が「ものをこわがらな過ぎたり、こわがり過ぎたりするのはやさしいが、正当にこわがることはなかなかむづかしいことだと思われた」（昭和10年8月の浅間山の噴火の後の随筆）寺田寅彦（1948）と書いていると教えていただき、まさにそのとおりになっていると実感した。

# 激甚化する洪水氾濫災害から学ぶ水工学の課題

## Issues on Hydraulic Engineering by lessons from Recent Flood Disasters

清水 義彦

Yoshihiko Shimizu

### 1. はじめに

毎年のようにわが国では豪雨による水災害が生じ、災害規模の激甚化したものが目立ってきている。そして毎年の河川災害ごとに災害調査、検討が行われ、土木学会等の関連学会、国交省による検討会・審議会から、災害からの教訓、提言、施策が行われている。本稿では最近の河川災害事例を振り返り、それに基づいて出てきた提言、政策の背景とそれらの位置づけを想像しながら、今後の治水対策の進展に果たす水工学の役割や課題について、筆者が思う水工学の研究興味も交えながら述べてみたい。

### 2. 最近の河川災害から思うこと

表1に、ごく最近の主な豪雨災害から河川災害の特徴となる事項を選んで整理した。なかでも令和元年東日本豪雨（台風19号）では広域に河川氾濫が多発し、国管理の大河川で14か所、県管理の中小河川で128か所もの堤防決壊が生じており<sup>1)</sup>、河川の行政、技術、研究の者にとってはかなりショッキングな災害である。図1は「気候変動を踏まえた水災害対策検討小委員会」で提示されたもので<sup>2)</sup>、直轄河川における台風19号での降雨規模（対象降雨の継続時間の基準点上流域での平均値）および流量外力を計画規模と比較したものである。ここに、今回洪水流量は基準点でのダムなし・氾濫戻し、基本方針は基本高水のピーク流量、整備計画は整備計画目標流量である。これより、利根川、荒川以外の今回洪水はすべて整備計画規模を越えている。基本方針まで出来ていれば、被害を防げたあるいは相当な軽減ができたと言えそうだが、この図にもう1つ並べたいものがあって、それは現況の流下能力規模流量（現況体力）である。今回洪水と計画（基本方針と整備計画）、そして現況体力の関係が気になる。

#### (1) 小田川と鬼怒川の破堤について

令和元年東日本豪雨は後述することにして、まず、平成30年7月豪雨災害での高梁川水系小田川の堤防決壊を上記の観点から見てみる。小田川は合流する高梁川本川に比べ河床勾配が緩く、本川水位による合流点からの堰上げ効果（バックウォーター）により流下能力が低い。小田川では2か所(3.4k, 6.4k)、その支川で6か所が破堤し、倉敷市真備町では51人の人命が奪われた。氾濫被害の様子は報道でも盛んに伝えられ、小田川左岸3.4kの破堤口周辺の状況はテレビ報道から見る限り、堤防天端での流下物残存が延長をもって確認することができず、天端満杯程度の越水が局所的に生じたのではないかと想像した。実際、駆け足で行った現地調査(2018/7/18)からも堤防裏法面に越水痕跡を見つけることはできなかった。発災直後に今次洪水の規模について推測したことを以下に示す。図2は高梁川水系河川整備計画に掲載されているもので<sup>3)</sup>、計画洪水流量(2300m<sup>3</sup>/s)を流した場合の現況河道、合流点付け替え及び基本方針相当の河道の水位縦断が示されている。破堤地点3.4k付近に注目して、そこでの左岸天端高は約16mで、現況河道で計画高水(2300m<sup>3</sup>/s)を流せば水位は18mとなり今次出水は計画高水流量に比べて十分小さいことは確かである。一方、図3は整備計画流量(1500m<sup>3</sup>/s, S47.7洪水規模)を流した場合の現況河道と、合流点付け替えたときの水位をそれぞれ示しており、これより破堤地点3.4kの現況河道での水位を読みとれば約16m、そこでは天端満杯程度の越水とすれば、今回洪水は整備計画相当であることになる。図3は平成26年3月開催の社会資本整備審議会河川事業評価

# 高潮の基礎と防災の枠組み

## Fundamental Theories of Storm Surges and Framework of Disaster Reduction

磯部 雅彦

Masahiko Isobe

### 1. はじめに

#### (1) 高潮とは

高潮とは、低気圧、特に台風に伴う気象擾乱によって海水面が上昇する現象である。行政などにおいて高潮対策という時には、高潮による潮位上昇と高波浪が合わせて考えられる。気象擾乱の時間スケールが数時間から数日であることから、高潮の時間スケールもその程度で、通常は高潮位が1時間程度以上継続する。なお、台風は北西太平洋海域での呼び名であり、北インド洋・ベンガル湾海域ではサイクロン、北西大西洋・カリブ海・メキシコ湾海域ではハリケーンと呼ばれ、いずれもトロピカルサイクロンの一種となる。以下では、日本に馴染みのある台風という名称を使う。

実際に生じる海水位は、気象擾乱による水位上昇分である気象潮、すなわち高潮偏差が、満潮・干潮などの天文潮位に加わったものとなる。したがって、海水位が極めて高くなるのは、大きな高潮偏差と大潮の満潮が重なった場合である。高潮は、津波の遡上高が数十mにも達するのに比べれば小さいし、また、規模の不確実性も地震に比べれば小さいので、相対的には上限が設定しやすい。しかし、ひとたび高潮の浸水が始まると、時間スケールが長いために、陸上の奥まで浸入するので特に注意が必要である。また、高潮には高波浪が伴うので、海水が侵入しやすいとともに、破壊力が大きい。

本稿では、まず過去の高潮災害を概観し、高潮の発生メカニズムを説明する。続いて、高潮に関係する長波の基礎理論を紹介することにより、高潮を含む長波の基本的な特性が理解できるようにする。それを踏まえて、高潮の数値シミュレーションを概観し、それらを踏まえた将来の高潮対策について述べる。

#### (2) 過去の高潮災害

表-1には日本において画期をなす過去の高潮災害を示す。まず、大正6年の東京湾の高潮は、東京湾において歴史的な災害をもたらした。

昭和9年の室戸台風は、上陸時の中心気圧が過去の記録の中で最も低かった台風である。これは他の記録に比べて著しく低く、統計解析により現状の気候の下では千年に一度程度となるので、最大クラスの高潮を予測するモデル台風として使われている（農林水産省・国土交通省、2020）。

昭和28年の台風13号は伊勢湾から本州を縦断して広範囲に甚大な被害を及ぼした。これが契機となって、海岸法が制定され、海岸保全が組織的かつ大規模に行われるようになった。

昭和34年の伊勢湾台風は、記録上高潮偏差が最も大きく3.4mであり、天文潮を加えた最高潮位が3.9mに達した。死者・行方不明者数も5,000人を超えて過去最大である。海岸法の下で、これを契機に高潮対策の水準が上がり、基本的に現在まで引き継がれている。すなわち、被災した伊勢湾のみならず、東京湾および大阪湾におい

# 2DH-3D解析を用いた都市域における津波複合災害予測手法とその適用例

## Prediction method for Tsunami complex disaster in urban area using 2DH-3D analysis and its applications

米山 望

Nozomu Yoneyama

### 1. はじめに

巨大津波が都市域に來襲すると多くの津波複合災害を引き起こす。津波複合災害とは本稿では津波遡上や津波氾濫が原因となって引き起こされた災害を指す。この災害をできるだけ正確に予測評価することが重要であることは言うまでもない。

津波は日本近海の海溝での地盤変動に伴う海面変動が海岸に到達したのち、都市域に來襲するが、津波波源から海岸までの広域津波伝播と海岸を越えて都市域に來襲する津波流動では現象が異なり、前者は主に波、後者は流れとなることから、それぞれ別の取り扱いが行われ、広域津波伝播は平面二次元解析、津波流動は三次元解析が用いられる。津波流動についても平面二次元解析が行われることも多いが、津波複合災害の予測評価では、都市域に來襲した津波が引き起こす被害を正確に予測するために、複雑な都市の地形や構造物の形状により三次元的に変化する流動を適切に評価必要があることから、三次元解析が望ましい。例えば、斜面を駆け上がる、または、駆け下りる流れを正確に解析したい場合や、衝突力を推定したい場合、また、以下で説明する、河川を遡上した塩分を含む津波が河川水との密度差により鉛直方向の運動を行う場合などは必ず三次元解析が必要である。

著者らはこれまで、平面二次元解析（以下、2DH解析）を用いた広域津波伝播解析を最初に行い、その結果から得られる水位や流速の値を三次元解析（以下、3D解析）に入力し、都市域や複雑な地形下における挙動解析を行ってきた[1]。この解析方法は、2DH解析から3D解析へ一方的に情報を与えることから、2DH-3D\_One-Way解析と呼んでいる。しかし、2DH解析の時系列結果を3D解析に入力し続けるとその入力地点のすぐ内側の3D解析結果と2DH解析に基づく入力値の差が大きくなり計算が破綻することが分かった。その後、Pringleらが2DH解析と3D解析を同時に行い各計算ステップごとに相互の情報を交換しながら連動解析する2DH-3D\_Two-Way解析手法を開発し[2]、さらに、ネスティング手法を適用した2DH解析（以下、2DHnest解析）と3D解析を連動させた2DHnest-3D\_Two-Way解析を東北地方太平洋沖地震津波の釜石湾における津波挙動に適用しその妥当性を確認した[3]。

また、著者らは過去に、南海トラフ巨大地震津波が淀川に來襲し、淀川大堰を越えて塩水が押し寄せた際に、大堰直上流にある浄水場が取水停止し、飲料水などが供給できない事態を予測評価するため、2DH解析の時系列結果を3D密度流解析に入力する2DH-3Ddensity\_One-Way解析で塩水遡上の挙動予測を行ったが、やはり、津波の第一波が淀川に侵入したあと大堰で反射し、再び三次元解析の計算境界に反射波が達した以降は計算が破綻し、24時間以上計算を続行する必要があったが、2時間しか解析できなかった[4]。そこで、Pringleらの2DHnest-3D\_Two-Way解析手法に塩分挙動解析機能等を追加した2DHnest-3Ddensity\_Two-Way解析モデル[2]を構築し、24時間以上の解析を可能にした[5]。

# 河川における新しい技術の導入

～革新的河川技術プロジェクトから大河川の多自然川づくりまで～

## Implementing New Technologies in Rivers

### Innovative river technologies and river restoration in Class A Rivers

中村 圭吾

Keigo NAKAMURA

#### 1. はじめに

気候変動における災害の激甚化や建設分野における人手不足、あるいはAI技術の進展などを背景として、新技術の開発と導入が激しくなっている。特にコロナ禍以降は、「グリーン」と「デジタル」をキーワードとして、「流域治水」政策なども相まって、河川分野の新技術導入がいっそう加速している。

国土交通省では、「革新的河川技術プロジェクト」と銘打ち、河川行政における技術課題や政策課題を解決するため、企業等が持つ先端技術や既存技術を現場に速やかに導入することを目指し実施する技術開発を進めており、これまで、洪水時の観測に特化した低コストの水位計、全天候型ドローン、簡易型河川監視カメラなどを開発してきている。現場においてもドローンなどを代表とする3次元データの活用が進んでおり、その実装のために、さまざまな工夫や制度の変更などを実施しているところである。

ここでは、新しい河川技術のうち、筆者が開発に関わっている3次元データ用いた河川CIM（3次元川づくり）の現状を中心に、合わせてQ&A集が発行されるなど、技術の整理・体系化が進む、大河川における多自然川づくりの技術についても紹介する。

#### 2. 河川CIM（3次元川づくり）の考え方と標準化に向けた取組み・課題

##### 2. 1 川づくりの高度化を目指す

3次元川づくりを進める環境が整ってきている。河川測量は航空レーザ測深（ALB: Airborne LiDAR Bathymetry）、いわゆるグリーンレーザなどを活用し、原則として「点群測量により実施すること」<sup>1)</sup>となった。設計段階はやや遅れが目立つもののBIM/CIM（Building/Construction Information Modeling /Management）を活用する環境・ツールが急速に整備されつつある<sup>2)</sup>。施工段階においてはi-Constructionの進展により、ICT建設機械の活用が直轄事業などを中心にすでに一般的なこととなってきた。さらに、河川管理においても3次元データの活用マニュアル<sup>3)</sup>が策定され、3次元管内図などの考え方も出てきている。

「河川CIM」は3次元モデルやICT施工技術を最大限活用することで、川づくりの大幅な高度化を図る河川マネジメント手法であると言える<sup>4)</sup>。ここで「高度化」は、治水と環境の融合といった「多自然川づくり」の理念の実現に加え、それを可能とする余裕を生み出す生産性の向上も含んでの意味である。3次元データの特性を生かし、河川の背後地も含めた治水、自然環境も含めた景観評価、場合によっては、生態系ネットワークの評価なども視野に入れることが重要である。

# 河川・水防災における AI 技術の活用

## Application of AI technology in river and water disaster prevention

一言 正之

Masayuki HITOKOTO

### 1. はじめに

人工知能 (AI) の発展は著しく、社会実装も進んできている。特に深層学習 (ディープラーニング) をコアとした技術革新が起きており、いわゆる教師あり学習のみでなく、半教師あり学習 (強化学習)、画像生成など、より高度な技術の応用研究が進められている。また近年は、様々な分野での AI 応用が進められており、専門領域でのドメイン知識と組み合わせた AI の開発が進められている。

土木分野、水工学分野においても、AI 技術の活用に向けた研究が盛んである。著者らは、河川・水防災に対して AI 技術の活用に取り組んでおり、洪水災害の被害低減に向けて精度の高い洪水予測<sup>1-10)</sup>や、効率的なダム操作<sup>11-13)</sup>のための研究を進めてきている。近年は、洪水予測においては経験したことの無いような大洪水の予測<sup>5)</sup>や、予測が困難な都市中小河川での適用<sup>8)</sup>、画像認識技術とレーダ観測を組み合わせたより高度な予測<sup>7)</sup>など、有効性を高めるためにより困難な条件での適用性向上に取り組んでいる。またその他にも、水位観測データに含まれる異常値の検知<sup>14)</sup>、堤防からの越水が生じてしまった際の洪水氾濫域の推定<sup>15)</sup>、地形データから土砂災害の危険区域の抽出<sup>16)</sup>、といった様々な課題に対して AI 技術の活用を進めている。

本稿は、初めに AI 技術のごく簡単な概要を示したのちに、河川・水防災分野における AI 技術の活用事例を筆者らの取り組み (降雨-流出予測、ダム操作) を中心に紹介する。

### 2. AI 技術のエッセンス

AI, 機械学習については数多くの参考書籍が出ているが<sup>17-19)</sup>、ごく大まかな概要を記す。

#### 2.1. AI 技術の概観

近年、人工知能 (AI) の発展が著しい。最近で AI の囲碁ソフトがトッププロを破ったことで大きな話題になった。近年の AI のカギとなっているのが機械学習と呼ばれる手法であり、特にディープラーニング (深層学習) という新しい学習手法の登場により技術革新が急激に進んでいる。ディープラーニングの特徴として、学習モデル自らが、大量の入力データの中から本質的な情報の抽出を行うことが挙げられる。ディープラーニングは、画像認識や音声認識、自然言語処理など様々な分野で研究が進んでいる。

ディープラーニングとは、AI 技術の中で機械学習と呼ばれる分野の、さらにニューラルネットワークと呼ばれる一手法の中の一つである (図-1)。ディープラーニングの中でも、数値データ解析、画像解析、画像生成、自然言語処理、強化学習など様々なモデルがある。

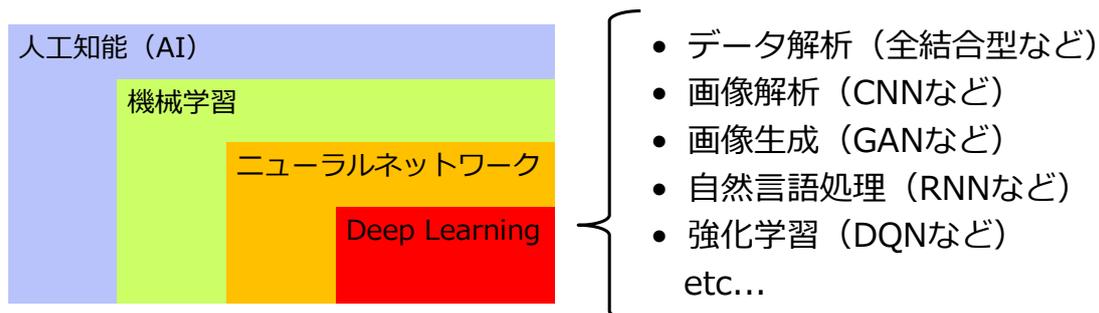


図-1 ディープラーニングと関連する AI 技術の包含関係