

「応用生態工学会テキスト」の発刊にあたって

応用生態工学会は1997（平成9）年10月に「人と生物の共存」「生物多様性の保全」「健全な生態系の持続」を目標に発足し、主として生態学と土木工学の境界領域における新たな理論・知識・技術体系の構築に関わってきました。また、その成果は国土基盤に関わるさまざまな事業の中に取り入れられるようになっていきます。

このような中、当学会では今まで得られた研究成果を学会員に還元すること、ならびに社会に向けた発信を目的として、応用生態工学分野におけるテキストの刊行を企画しました。その実現に向け「テキスト刊行委員会」を発足させ、テキストで対象とする領域、テキストを利用する対象者の設定等について議論を行っています。

テキストの対象とする領域の選定にあたっては、①「自然環境の劣化」が顕在化し、解決すべき課題として広く認識されていること、②インパクトレスポンスに関する知見があり、かつ、生態学・土木工学の両視点が事業に取り入れられていることを念頭に置きました。そして、このような対象領域に関するテキストを“シリーズ”として刊行することで、応用生態工学に関する技術の体系化を目指すこととしました。また、テキストを利用する対象者としては、事業を担当する実務者や、生態学・土木工学に関する基礎的知識を習得した大学生・院生としました。

近年学会を取り巻く自然・社会環境も大きく変化しつつあります。地球温暖化に伴う豪雨災害と国土強靱化、生態系を活用した防災・減災の試み（Eco-DRR）、持続可能な開発目標（SDGs）等、応用生態工学に関わる対象領域は生態学・土木工学の枠にとどまることなく、新たな領域へと広がりつつあります。当学会においても、このような時代の変化をいち早く捉え、社会のニーズに即応できるようテキスト刊行を通じた情報発信に取り組んでいきたいと思っています。さらに、当学会の「普及・連携委員会」の地域活動を通じて、学会員や当学会に関心のある皆様に対してテキストを活用した勉強会を開催し、応用生態工学の理解を深め、活用いただけるよう取り組んでいきたいと思っています。

令和元年8月15日

テキスト刊行委員会委員長 河口 洋一

『河道内氾濫原の保全と再生』について

『河道内氾濫原の保全と再生』は応用生態工学会で企画したテキストとして記念すべき初号となりました。まず、本テキストの刊行にあたって多大なるご協力をいただいた執筆者の皆様はもちろん、テキストの性格、構成、体裁等について数多くのアドバイスをいただいた「テキスト刊行委員会」の皆様にも深く謝意を表します。

河道内氾濫原は、堤内地の氾濫原の人工的利用が進むなか、日本国内においては残された貴重な氾濫原環境となりつつあります。しかし、近年の高水敷の乾燥化等で氾濫原に依存する多くの種が絶滅の危機に瀕しています。また、河積確保の観点から、河道掘削や樹木伐開が全国で進みつつあり、河道内氾濫原の人為的改変が進んでいます。『河道内氾濫原の保全と再生』はこのような状況を背景とし、氾濫原環境の基礎的な知識の習得に加え、保全・再生に関するいくつかのアプローチ、事例等を収録しました。

『河道内氾濫原の保全と再生』は4章構成であり、基礎編と実践編に分かれています。1章と2章は基礎的な知識を網羅しています。1章では「氾濫原の定義と生態的機能」と題して、河道内に限らず氾濫原の定義と生態的機能に関する基礎的な知識を網羅しました。2章は「劣化する河道内氾濫原」を扱っています。氾濫原そのものが日本の国土形成史の中でどのように変貌を遂げたのか、また、河道内氾濫原の劣化要因と劣化した結果として生じたいくつかの現象を解説しています。3章と4章は実践的な内容としました。3章は「河道内氾濫原の保全と再生」とし、河道内氾濫原を保全・再生する具体的な手法について、河道掘削のような現実の事業も絡め解説しました。また、4章では「保全・再生の実践」として、海外・日本における河道内氾濫原の再生事例を紹介しています。また、関連するコラムの充実も図りました。特に、氾濫原に依存する生物の生態や現状については主要分類群を対象にして基本的な知識を網羅しました。

本テキストが大学・大学院の学生だけでなく、行政、コンサルタント等の実務者の皆様に活用され、豊かな氾濫原環境の保全につながれば幸いです。

令和元年8月15日

「河道内氾濫原の保全と再生」編集委員長 萱場 祐一

目 次

第 1 章	氾濫原の定義と生態的機能	1
1.1	氾濫原の定義	1
1.1.1	氾濫原の土台—平野の地理学的概要	1
1.1.2	扇状地と河川	2
1.1.3	自然堤防帯と河川	4
1.2	氾濫原の構造と生態的機能	5
1.2.1	扇状地における氾濫原の構造と洪水攪乱の生態的機能	5
1.2.2	自然堤防帯における氾濫原の構造と 洪水攪乱の生態的機能	8
1.2.3	氾濫原のさまざまな生態的機能	9
1.3	河道内氾濫原	11
1.3.1	河道内氾濫原の定義	11
1.3.2	河道内氾濫原の構造	13
1.3.3	河道内氾濫原の重要性	15
コラム 1	山地部における氾濫原	18
コラム 2	堤外地の構造：高水敷と低水路の定義	19
コラム 3	氾濫原と植物	20
第 2 章	劣化する河道内氾濫原	23
2.1	日本における氾濫原環境の変遷	23
2.1.1	近世以前の国土開発	23
2.1.2	近代から現代	30

2.2	流量レジームと土砂レジームの変化	44
2.2.1	流量レジーム・土砂レジーム	44
2.2.2	レジームの変動要因と人間活動	45
2.3	河道内氾濫原における景観の変遷	51
2.4	河道内氾濫原の機能劣化とその機構	54
2.4.1	樹林化の機構—地形と流れの相互作用	55
2.4.2	樹林景観変化の要因事象	58
2.4.3	景観変化に伴う氾濫原機能の劣化機構	60
コラム 4	氾濫原依存淡水魚種の現状	68
コラム 5	流路網が代替する後背湿地の連結性	71

第 3 章 河道内氾濫原の保全と再生 73

3.1	保全・再生の手順	73
3.2	河道内氾濫原の評価方法	74
3.2.1	評価対象	74
3.2.2	評価アプローチの概要	76
3.2.3	群落レベルでの評価	77
3.3	保全・再生の実践	83
3.3.1	保全・再生の基本的な考え方	83
3.3.2	保全・再生エリアの設定	90
3.3.3	氾濫原環境の再生アプローチ	91
3.3.4	河道掘削を活用した氾濫原環境の再生	93
コラム 6	氾濫原環境に成立する植物群落	102
コラム 7	保全を図るべき群落を抽出する際の考え方	107
コラム 8	社会資本重点整備計画策定に向けた全国の 河川の物理環境調査データの概要	110

第4章 保全と再生の実践 113

4.1 諸外国における事例	113
4.1.1 堤防切り下げ・開口：ドナウ川の事例	113
4.1.2 引き堤・堤防ブリーチ：コスムネス川の事例	116
4.1.3 植生除去・高水敷掘削：ワール川（ライン川）の事例	120
4.1.4 流況操作：オールドマン川の事例	124
4.1.5 ま と め	127
4.2 日本国内における事例	128
4.2.1 扇状地区間編：札内川の事例	128
4.2.2 自然堤防帯区間編：木曽川・揖斐川の事例	145
4.2.3 自然堤防帯区間編：松浦川（アザメの瀬）の事例	162
コラム9 扇状地氾濫原に生息する鳥類	185
コラム10 イタセンパラと二枚貝	188
コラム11 日本の河原に生息する陸生昆虫	189

索引	195
----------	-----

「河道内氾濫原の保全と再生」編集委員会

委員長 萱場祐一
幹 事 河口洋一，永山滋也
委 員 根岸淳二郎，原田守啓，三宅 洋

編集・執筆者一覧

赤坂卓美 帯広畜産大学畜産学部
石山信雄 独立行政法人北海道立総合研究機構・林業試験場
片桐浩司 秋田県立秋田中央高等学校／秋田県立大学生物資源科学部
萱場祐一 国立研究開発法人土木研究所水環境研究グループ
河口洋一 徳島大学大学院社会産業理工学研究部
傳田正利 国立研究開発法人土木研究所水災害・リスクマネジメント国際センター
永山滋也 岐阜大学流域圏科学研究センター／株式会社建設環境研究所
西廣 淳 国立研究開発法人国立環境研究所気候変動適応センター
中村太士 北海道大学大学院農学研究院
根岸淳二郎 北海道大学大学院地球環境科学研究院
林 博徳 九州大学大学院 環境社会部門
原田守啓 岐阜大学流域圏科学研究センター
三浦一輝 北海道大学大学院環境科学院
三宅 洋 愛媛大学大学院理工学研究科
吉岡明良 国立研究開発法人国立環境研究所福島支部
藪原佑樹 徳島大学大学院社会産業理工学研究部

(五十音別)

執筆分担一覧

赤坂卓美	【2.3, 2.4】
石山信雄	【コラム 5】
片桐浩司	【3.1, 3.2, 3.3, コラム 6】
萱場祐一	【3.1, 3.2, 3.3, コラム 7】
傳田正利	【3.3, コラム 8】
永山滋也	【1.1, 1.2, 1.3, 4.2.2, コラム 1, コラム 2, コラム 10】
西廣 淳	【コラム 3】
中村太士	【4.2.1】
根岸淳二郎	【2.3, 2.4, 4.1】
林 博徳	【4.2.3】
原田守啓	【2.1, 2.2】
三浦一輝	【コラム 4】
三宅 洋	【4.1】
吉岡明良	【コラム 11】
藪原佑樹	【コラム 9】

(五十音別)

第 1 章

氾濫原の定義と生態的機能

1.1 氾濫原の定義

1.1.1 氾濫原の土台—平野の地理学的概要

降雨によって河川の水位が上昇し、溢れた水が浸水する範囲を氾濫原という。氾濫原は上流部から下流部まで流程全体の河川沿いに分布し、一般に上流部で狭く、下流部で広い。氾濫原は、河川沿いの比較的平坦な土地、すなわち平野に形成される。平野には侵食性と堆積性の2種類がある。世界を見渡せば、大陸の広大な平原を形作る侵食性の平野が支配的であるが、日本の平野はほとんど堆積性の平野である。つまり、河川が山を浸食し、生産した土砂を河川が運搬、堆積させて作り上げた河成平野である。今、我々が踏み締める平野の多くは、約2万年前の最終氷期最盛期¹⁾以降に形成された、比較的新しい時代の堆積（河成）平野であり、これを「沖積平野」と呼んでいる。沖積平野には、谷底平野、扇状地、自然堤防帯、三角州（デルタ）が含まれる（図 1.1）。氾濫原は、一般に、この沖積平野の上に形成されている。

日本において沖積平野といえば、関東平野や濃尾平野といった臨海沖積平野（coastal alluvial plane）が代表的である。臨海沖積平野は、典型的には扇状地、自然堤防帯、三角州から構成される。ただし、富士川や黒部川のように、自然堤防帯と三角州を欠き、扇状地が直接海に達する平野もある。臨海沖積平野は、最終氷期最盛期以降の温暖化に伴う海水準の上昇によって形成された内湾が、河川から供給される土砂に埋め立てられることで形成されてきた。最終氷期最盛期には、海水準は現在より140 mほど低かったとされ¹⁾,

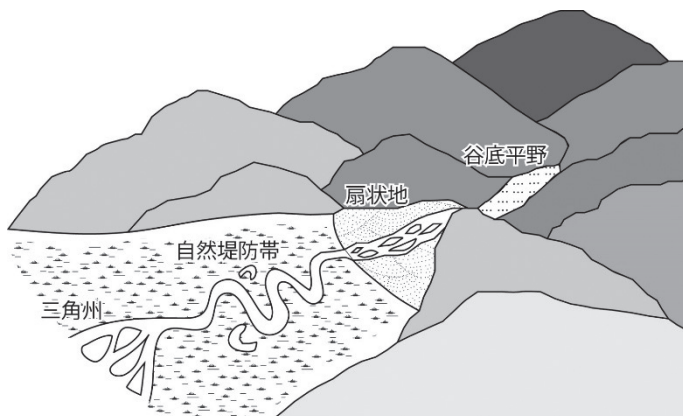


図 1.1 流程に沿った沖積平野の区分

現在の平野の位置には、段丘を持つ河谷が形成されていた²⁾。谷の深さは、主要な臨海沖積平野の現臨海部で 50 m 以上に達する場所も多く^{3),4)}、沖に向かってより深くなっていく。

最終氷期最盛期に形成された河谷の縦断勾配は扇状地のそれに類似しており、当時の河川は大きな礫を現在よりも下流に運んでくることができた⁵⁾。そのため、河谷の底面には礫が堆積しており、これを沖積層基底礫層と呼んでいる。臨海沖積平野は、この基底礫層を底に持つ河谷地形の器に土砂が堆積して形成されている。温暖化に伴う海進（縄文海進）は約 7 000 年前ごろにピークとなり、海は現在の平野に入り込んで内湾を形成したが、その後、三角州の前進に伴って埋め立てられ、徐々に後退し、現在の海岸線にたどり着いた^{6),7)}。三角州は、今なお前進し続けている。

1.1.2 扇状地と河川

山地部を抜けた河川は、谷壁等による横断的な制約から解放され、急激に川幅が広がり、水深は浅くなる。そのため、土砂を運搬する力が弱まって土砂を堆積させる。土砂は河道に堆積し、次第に河川は周囲より高い場所を流れるようになる。そうすると、洪水などをきっかけに流路がより低い場所を求め、河道が移動する。新しい河道に土砂が堆積してくると、再び低い場所

を目掛けて河道が移動する。こうした河道の移動は、谷の出口部を要とし、放射状に繰り返されることで、扇型の地形が形成される⁸⁾。これが扇状地である。扇状地は、上流側から扇頂、扇央、扇端に分けられ、一般に縦断勾配は1/1 000より急である。堆積物は砂礫から構成される。扇状地は、氷期が終わりを告げた1万年前以降の後氷期において、温暖化に伴う降雨の増大により急速に発達したと考えられている。

扇状地では、河川流路が分岐と合流を繰り返し、網の目状を呈する。これを網状流路といい、流路間には中州（砂礫堆）が形成される（図1.2）。網状流路は、扇状地と同様にたくさんの砂礫を流送する河川であれば、山間部の谷底平野にも見られる。扇状地と異なるのは、横断方向の移動が谷壁によって制限される点のみである⁸⁾。前述のように、扇状地は、長い時間をかけて河川が作り出した地形であるが、現時点で河川的作用が及ぶ現河道と、放棄された旧河道とに分けることができる。扇状地の河川は、後述する自然堤防帯の河川に比べて縦断勾配が急である。そのため、溢流した洪水流は、ある程度横に広がるものの扇端方向へ速やかに流下する。そのため、扇状地全体から見れば、現河道は扇状地のごく一部を構成する要素である。そして、扇状地における氾濫原とは、まさに、この現河道域に沿って形成される。現河道が放棄され、新たな河道が形成されれば、氾濫原もまた移動することになる。

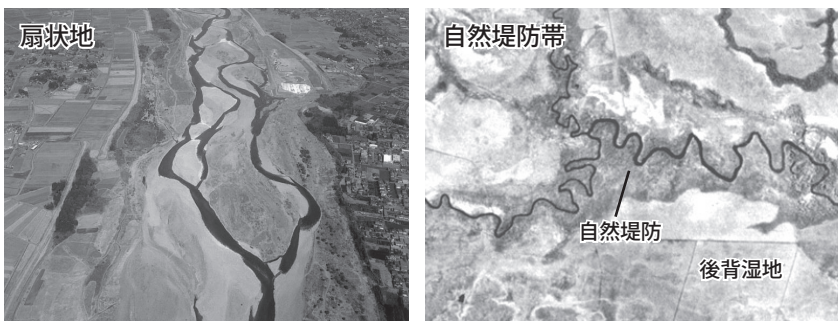


図1.2 扇状地と自然堤防帯の景観

索引

【数字・欧文】

active channel 13,20,52,96
ATTZ 11
flood-pulse concept 11

【あ行】

アザメの瀬 162
アジサシ 185
アユモドキ 9,68
イカルチドリ 7,138,144,185
イシガイ 9,10,76,161,188
イソシギ 7,186
イタセンパラ 69,152,155,160,188
揖斐川 92,145
栄養塩回帰 115
エコトーン 169
オオバヤナギ 135,137,143
オールドマン川 92,124
オフサイト 58

【か行】

外来植物 192
外来性 80,109
攪乱頻度 7
河床低下 57,149

河川整備事業 30
河川堤防 24
河川水辺の国勢調査 78,80,102,
河道改修 30,34,
河道掘削 91,93
河道内氾濫原 11,20,149
河畔林 10,117,125,137
カワラサイコ 21,148
カワラノギク 21
カワラバッタ 8,131,190
カワラハンミョウ 190
かんがい事業 38
環境類型区分 73
冠水 8,57,71,
冠水・破壊パターン 56
冠水頻度 9,59,99,153
干拓 42
希少性 80,81,108
木曽川 28,92,145,188
旧河道 3,6,8,31,33
掘削高さ 97,155
クリーク 8,113,164
クルマバッタ 190
グロキディウム幼生 9
群落 102

景観パッチ	55,61
景観要素	8,53,75
ケショウヤナギ	130,134
洪水攪乱	5,20,44,91
高水敷	12,19,34
高水敷掘削	93,120,155
洪水パルス説	11
耕地	23
後背湿地	8,35,71,102
谷底平野	1,18
コスムネス川	92,116
コチドリ	7,138,185

【さ行】

最終氷期最盛期	1,2,46
サケ	8,117
札内川	92,128,187
砂礫堆	6,12,20,
産卵	9,10,119,178,188
シードバンク	21
止水域	6,12
自然再生事業	73,138,152,163
自然堤防	4,8
自然堤防帯	1,4,8
自然的インパクト	73,78
湿地性植物	172
シナダレスズメガヤ	192
シフティング・モザイク	137
砂利採取	34,58
種	75
主流路	6,13,139

樹林化	51
順応的管理	119,169
荘園	26
捷水路	54
シルビアシジミ	190
シロチドリ	185
人為的インパクト	49,73
人為的改変	50
新田開発	27,28
水域・陸域遷移帯	11
水田	25,39,102,148,163
水門	33,36
生活史	68
生態的機能	5
セイタカアワダチソウ	175
生物多様性	5,10,
セグメント1	51,96
セグメント2	52,97
セグロセキレイ	185
絶滅危惧種	68
先駆性樹種	6,137,
扇状地	2,5
総合土砂管理計画	49

【た行】

代用指標	75
蛇行流路	4,8
タナゴ類	76,151
たまり	12,13
ダム下流	51,52,60,125
ため池	25,38

池沼 37,43,71,
 沖積層基底礫層 2,46
 沖積平野 1,46
 沈水植物 103
 低水路 12,19
 底生動物 114
 典型性 80,81,108
 特殊性 80,81,109
 土砂堆積速度 99,158
 土砂レジーム 44
 ドジョウ 9,170
 土地改良事業 38
 ドナウ川 92,113

【な行】

内水対策事業 35
 ナマズ 9,170
 二次流路 6,13,122
 二枚貝 9,97,148,151,179,188
 ヌマガイ 9,179
 農地区画整理 39
 農地造成 41
 農地排水事業 38

【は行】

排水路 37,38
 ハコヤナギ 117,120,124
 破堤 8,117
 ハリエンジュ 52
 半止水域 6,12
 氾濫原 1,3,4,18

氾濫原依存種 15,55,91,178
 氾濫原機能 54,60
 氾濫原植生 102,122
 氾濫原水域 5,8,148,188
 氾濫原生態系 5,11
 氾濫頻度 114
 引堤 93,118
 樋門・樋管 33
 フナ 9,170
 フラッシュ放流 92,136
 保全 83

【ま行】

松浦川 162
 ミヤマシジミ 190
 網状流路 3,13,52,129

【や行】

ヤナギ 7,62,99,124,130,134,157
 融雪出水 125,135
 ヨハネス・デ・レーケ 147

【ら行】

陸生昆虫 189
 リファレンス 77
 流況 44,57,91
 流況操作 92,124
 流量調節 132
 流量変動 44
 流量レジーム 44
 流路網 71

礫河原 6,21,56,130,187
 礫河原再生 124,133
 連結性 10,71,116
 連続堤 28,33,147

【わ行】

ワール川 92,120
 輪中 28,147
 ワンド 6,12,13

応用生態工学会テキスト

河道内氾濫原の保全と再生

定価はカバーに表示してあります。

2019年9月25日 1版1刷 発行

ISBN978-4-7655-3475-8 C3051

編 者 応 用 生 態 工 学 会

発 行 者 長 滋 彦

発 行 所 技 報 堂 出 版 株 式 有 限 公 司

日本書籍出版協会会員
自然科学書協会会員
土木・建築書協会会員

〒101-0051 東京都千代田区神田神保町 1-2-5

電 話 営 業 (03)(5217)0885

編 集 (03)(5217)0881

F A X (03)(5217)0886

振替口座 00140-4-10

<http://gihodobooks.jp/>

Printed in Japan

© Ecology and Civil Engineering Society, 2019

装幀 ジンキッズ 印刷・製本 愛甲社

落丁・乱丁はお取り替えいたします。

JCOPY 〈出版者著作権管理機構 委託出版物〉

本書の無断複写は著作権法上での例外を除き禁じられています。複写される場合は、そのつど事前に、出版者著作権管理機構（電話：03-3513-6969, FAX：03-3513-6979, e-mail: info@jcopy.or.jp）の許諾を得てください。