## 刊行によせて

わが国は有史以来台風や前線性豪雨による洪水災害に苦しみ、その対応に追われてきた。とりわけ、近年、地球温暖化に起因すると思われる極端な気候変動によって毎年全国各地で局所集中豪雨の増加、台風の強大化、竜巻の発生などによる風水害が頻発している。矢部川、鬼怒川、東北・北海道の河川と相次ぐ破堤氾濫による被害の実態は、新たな段階での洪水対策の検討を迫るものであった。

治水の要諦は河川堤防を強化して氾濫を防ぐとともに、ダム貯水池などの整備によって洪水の流出量を抑えることにある。堤防整備は数百年にわたり全国の河川で営々と続けられてきたが、場所ごとに堤体材料が異なり、基盤の地質も不均質であるなど堤防破壊の原因を内在している。さらに、河川周辺の土地利用の稠密化が堤防強化や河道拡幅などの河川改修事業の進展を遅らせている大きな原因ともなっている。このように、堤防の整備は莫大な費用と年月を要する割にはその効果は限定的である。

一方,戦後の経済成長の時代には都市や産業の発展に伴う水やエネルギー需要の増大と相次ぐ台風の襲来による洪水災害に対処するために、治水・利水の機能を兼ね備えた大型の多目的ダムが次々と建設され、国の直轄ダム・水資源機構のダム・地方自治体による補助ダムを合わせると、その数は520に達している。そのうち治水専用のダムは90である。

1990年以降のバブル経済崩壊とともに産業の空洞化が進み、水需要やエネルギー消費の鈍化とともに、公共事業の見直しが迫られる一方、気候変動による集中豪雨の頻発で治水対策の必要性が叫ばれる動きの中で、多目的ダム事業を見直して治水ダムとして事業変更する事例がみられるようになった(例:山鳥坂ダム、足羽川ダム)。

さらに、既設の多目的ダムの機能の向上、回復、長期化を目指した再開発事業が 13の直轄ダムで行われ、貯水池容量の拡大・再編、放流能力の増強など、ダムの 洪水調節機能の強化、弾力化が図られている。今後は新規の大型ダムの建設が望めない現状を考えれば、こうした既設ダムの改造によって将来を見通した新たな機能と技術を生み出す事業を推進することの国家的意義はきわめて大きい。

本書の主題である「流水型ダム(穴あきダム)」はダム底部近くに洪水吐きの穴が開けられ、増水時には自然調節されて貯水位が上がるが、減水時には貯水位は低下して通常の河川の状態に戻る。このため、貯水型のダムと異なり、ほぼ通常の河川の状態が維持されて水質の劣化が生じず、流水・土砂や魚の移動についての連続性が保たれるなど、自然環境に優しいダム、社会が受け入れやすいダムといえる。また、堤高も低いから建設費や維持管理費も少なくて済み費用対効果の点でも有利である。

また、予測困難なゲリラ豪雨や線状降雨などによる局所的・突発的な洪水に対しても、流域の支派川に流水型ダムを適切に配置することによって、洪水外力の増加と変動を十分抑制できる効果が期待できる。特に、地方自治体が管理する中小河川の整備の遅れによって洪水災害が激増している現状から、工費が廉価で維持管理が容易な流水型ダムの採用は治水・防災上の決め手となる。

小規模な穴あきダムは、「農地防災ダム」として 1950 年代から全国で盛んに建設され、農地の浸水防止に大きな力を発揮した。治水専用の補助ダムでも穴あきダムが多く見られたが、堤高が 50 m 近い本格的なダムとしては、2007 年に完成した島根県の益田川ダムが第一号である。その後、流水型ダムの長所が評価され治水専用ダムとしての計画や建設が積極的に進められつつある。

近年の国土の安全度の急速な低下が危惧される中で、今回出版される「流水型ダム~防災と環境の調和に向けて~」は正に時宜に適う警世の書というべきである。また、これまで環境破壊の元凶として世論の風当たりが強かった一般の大型ダムも含めて、ダムが国土保全に果たす重要な役割が社会全般に理解され、また環境とも調和した防災施設として進展していく方向性を具体的に明示している啓発書となっている。

冒頭に、気候変動の影響や流水型ダムの新しい概念、今後の発展の可能性等を解説し、次いでダム・貯水池における流水型ダムの位置づけについて触れ、さらに歴史と現状の課題について世界とわが国の事例を引きながら述べている。また、流水型ダムに今後期待される機能とその可能性を紹介し、その中で環境と調和し

ていくための土砂移動や生態環境へのインパクトについて説明している。最後に、 流水型ダムの設計および管理について詳説しており、今後の治水対策に取組む行 政や実務面の技術者にとってもきわめて有用かつ丁寧な技術書となっている。

京都大学名誉教授 中川 博次

# まえがき

本書はわが国では初めての流水型ダム(穴あきダム)の専門書である。著者らは、 以前から流水型ダムの自然環境との調和性や柔軟性、その機能の今後の発展性に 注目し研究会をつくって更なる進展のための研究を進めてきた。それらの研究成 果も含めて流水型ダムの最新の知見を集めた専門書を刊行し、広く社会に、また 多くの技術者に流水型ダムの特性や今後の発展性を認識していただくことを念願 としてきた。本書の刊行はその永年の夢が叶ったものである。

近年の気象現象の極端化で、年間の総降雨量は増えていないが、集中豪雨や一度の豪雨における総降雨量の増大により、洪水氾濫・土砂災害の被害がわが国だけでなく世界中で相次いでいる。また近年表層崩壊のみならず深層崩壊が増えていることは防災面から見てきわめて由々しき事態である。深層崩壊はその大量の土砂生産で災害の様相を一変させるからである。深層崩壊による天然ダムの形成・崩壊は洪水段波を発生させ、下流の都市部を襲うと甚大な被害を引き起こす。また土砂はすべて流送されるわけでなく、河道に残って河床を押し上げることで河川の通水能力を引き下げる。さらに貯水型ダムのダム湖に流れ込んで貯水容量を減少させる等、時間的・空間的にその影響は拡大して容易ならざる事態を招くこととなる。深層崩壊や他の土砂災害の増加は、洪水氾濫と相俟って我々に厳しい現実を突きつけている。

激しい降雨による河川の急激な洪水流量の上昇に対し、ダムはピークカット等で対抗策としてきわめて有効に機能する。特に流水型ダムは、本書の中でも触れているが、その機能の柔軟性・多様性・発展性等で上記の課題をほぼすべて解決できるものと考えられる。また、近い将来降雨予測の精度が上がれば、新規の流水型ダムを既存の多目的ダムや灌漑ダム・発電ダムとも組み合わせて連携運用することにより、ダムの能力を100%以上引き出すことも可能となる。したがって、

多少大げさかもしれないが『流水型ダムは気候変動下での甚大な水・土砂災害から地域・社会を救う』と言っても過言ではないと思われる。なお、本書では章間にわたって記述にいくつかの重複が見られるが、これは各章ごとのまとまりを重視しているためであって、敢えてその点は許容している。最後に、本書を通じて今後流水型ダムが行政担当者や技術者のみならず、多くの市民にも理解され受け入れられて、自然環境と調和しながらその機能を十二分に発揮することで、安心・安全な社会の構築に役立つようになれば、編集者・著者一同これに過ぎる喜びはない。

2017年6月

編集者・著者一同

## 編集委員・執筆者

### 編集委員

池田 駿介 (株)建設技術研究所国土文化研究所研究顧問,東京工業大学名誉教授

(第6章, 第8章主査)

小松 利光 九州大学名誉教授(第1章,第4章主查)

角 哲也 京都大学防災研究所教授(第2章,第3章主查)

池田 隆 (株)建設環境研究所技師長,元(一財)ダム技術センター(第7章主査)

渡邊 康安 北見工業大学教授(第5章主查)

押川 英夫 佐賀大学准教授(編集幹事)

#### 執筆者 (五十音順)

池田 駿介 (株)建設技術研究所 (5.4 節, 6.1 節, 6.2.1 項, 6.2.2 項, 第 8 章)

池田 隆 (株)建設環境研究所(321項, 322項, 323項, 324項, 71節, 78節)

押川 英夫 佐賀大学(4.1 節, 4.2 節, 4.4 節, 4.5 節)

柏井 条介 (一財)ダム技術センター (7.2 節, 7.5 節, 7.6.1(1)項, 7.6.1(2)項)

 菅場
 祐一
 (国研)十木研究所(623項 624項)

木村 一郎 北海道大学(5.3.2 項)

小松 利光 九州大学 (第1章, 43節, 46節, 735項)

清水 康行 北海道大学(5.3.2 項)

白井 明夫 (一財)水源地環境センター(6.3 節, 6.4 節)

鈴木 英一 伊藤組土建(株) (3.2.5 項)

**角** 哲也, 京都大学防災研究所(第2章, 3.1 節, 5.2 節, 7.6.1(3)項, 7.6.1(4)項, 7.6.2 項)

[III] 嘉一 (国研)十木研究所 (7.3.1 項, 7.3.2 項, 7.3.3 項, 7.3.4 項, 7.4 節, 7.7 節)

渡邊 康玄 北見工業大学(5.1 節. 5.3.1 項. 5.5 節)

(所属は2017年5月現在)

# 目 次

第	1章 序 論	- 1
1.1	はじめに	1
1.2	地球温暖化による災害外力の増大	3
1.3	水・土砂災害の形態・様相の変化	4
1.4	水・土砂災害適応策としての流水型ダム	6
1	4.1 流水型ダムとは	6
1	4.2 河道内遊水地の概念の導入	8
1	4.3 小規模流水型ダム群を用いた新しい治水方式の提案・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	8
1.5	流水型ダムの今後の可能性	
1.6	おわりに	11
第	2章 ダム・貯水池における流水型ダムの位置づけ ————	-15
2.1	河道内遊水地・山間遊水地の概念	15
2.2	世界の流水型ダムの特徴と分類	17
2.3	流水型ダムの検討課題	20
2	3.1 ダムの管理・安全対策	21
2	3.2 環境への配慮	21
2.4	流水型ダムの発展性	23
2	4.1 流水型ダムから貯水型ダムへの転換	23
2	4.2 出水期・非出水期で流水型ダムと貯水型ダムを転換・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	

第3章	電 流水型ダムの歴史と現状の課題────────	27
3.1 世	界の事例	27
3.1.1	歴史的流水型ダム(イラン、フランス・ロアール川)	
3.1.2	米国における事例	
3.1.3	スイスにおける事例 (オルデンダム)	
3.1.4	オーストリアにおける事例	
3.1.5	ドイツにおける事例	
3.1.6	乾燥地における事例	
	本の事例	55
3.2.1	益田川ダム	
3.2.2	辰巳ダム	64
3.2.3	西之谷ダム	74
3.2.4	農地防災ダム ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	80
3.2.5	農地灌漑ダム(冬季に流水型ダムと同様の操作を実施)	84
第 4 章	☆ 流水型ダムの新しい機能 ─────	93
4.1 新	しい治水方式(カスケード方式)の提案	93
4.1.1	カスケード方式の洪水制御能力の検証	94
4.1.2	カスケード方式に及ぼす洪水波形の影響	101
4.1.3	カスケード方式の洪水制御機構	105
4.1.4	カスケード型洪水制御方式のまとめ	107
4.2 流	域貯留型治水・利水への展開	108
4.2.1	開発の契機となったタイにおけるダムの考え方	108
4.2.2	蓋付きの常用洪水吐きを有する流水型ダムの提案	109
4.2.3	蓋付きの常用洪水吐きを有する流水型ダム群の治水効果の検証 …	110
4.2.4	2011年のタイ洪水と流域貯留型ダムのまとめ	112
4.3 環	境への配慮	113
4.3.1	周辺環境との調和	113

4.3.2 機能面での周辺環境との調和	115
4.4 段波対策	117
4.4.1 耳川流域での天然ダム形成とその崩壊事例	118
4.4.2 地震によるダムの決壊と段波による内陸部での被災事例	119
4.4.3 対策について	120
4.5 流水型ダムによる土砂対策	121
4.5.1 深層崩壊等により河川に大量に供給される土砂への対策	121
4.5.2 土砂捕捉施設としての流水型ダムのより積極的な活用	122
4.5.3 貯水ダムの堆砂を防ぐための流水型ダムの活用	123
4.6 流水型ダムにおける流木捕捉機能	124
第5章 流水型ダムにおける土砂動態	129
5.1 土砂の移動機構	129
5.2 土砂動態に関する現地モニタリング	130
5.2.1 流水型ダムにおける土砂動態の考え方	130
5.2.2 日本とオーストリアの流水型ダムにおける土砂動態	131
5.2.3 益田川ダムにおける現地観測	131
5.3 掃流砂の挙動	137
5.3.1 掃流砂に関する水理模型実験	137
5.3.2 流れと掃流砂に着目した数値解析的アプローチ	146
5.4 浮遊砂と数値計算モデル	155
5.4.1 概 説	155
5.4.2 1 次元河床変動モデル (土木研究所モデル)	156
5.4.3 浮遊砂挙動モデル – 平面 2 次元モデル ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	158
5.4.4 境界条件	159
5.4.5 浮遊砂と栄養塩類輸送	160
5.4.6 実際の計算例	160
5.5 今後の土砂動態解明に向けての課題	163

第6章	☆ 流水型ダムの物質・生物環境 ────────	165
6.1 流	水型ダムの環境の特徴	165
	砂動態と栄養塩類動態	166
6.2.1		166
6.2.2		169
6.2.3	下流河道へのインパクト・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	170
6.2.4	下流河川へのインパクトに対するレスポンス	176
6.3 植		177
6.3.1	試験湛水が及ぼす影響・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	177
6.3.2	出水時の冠水が及ぼす影響・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	181
6.4 魚	類の移動	182
6.4.1	既設ダムにおける課題・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	182
6.4.2	魚類の移動をしやすくする工夫	184
第7章	1 流水型ダムの設計および管理 ─────	189
		189
	水型ダムの型式	189 189
	水型ダムの型式 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	
7.1 流	水型ダムの型式	189
7.1 流 7.1.1 7.1.2	水型ダムの型式 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	189 189
7.1 流 7.1.1 7.1.2	水型ダムの型式	189 189 190
7.1 流 7.1.1 7.1.2 7.2 堆	水型ダムの型式	189 189 190 204
7.1 流 7.1.1 7.1.2 7.2 堆 7.2.1 7.2.2 7.2.3	水型ダムの型式	189 189 190 204 204
7.1 流 7.1.1 7.1.2 7.2 堆 7.2.1 7.2.2 7.2.3	水型ダムの型式	189 189 190 204 204 205
7.1 流 7.1.1 7.1.2 7.2 堆 7.2.1 7.2.2 7.2.3	水型ダムの型式	189 189 190 204 204 205 206
7.1 流 7.1.1 7.1.2 7.2 堆 7.2.1 7.2.2 7.2.3 7.3 堤	水型ダムの型式	189 189 190 204 204 205 206 211 211
7.1 流 7.1.1 7.1.2 7.2 堆 7.2.1 7.2.2 7.2.3 7.3 堤 7.3.1	水型ダムの型式	189 189 190 204 204 205 206 211 211 213
7.1 流 7.1.1 7.1.2 7.2 堆 7.2.1 7.2.2 7.2.3 7.3 堤 7.3.1 7.3.2	水型ダムの型式 流水型ダムの型式選定の基本的な考え方 型式別のコスト比較・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	189 189 190 204 204 205 206 211 211 213 214

7.4	基礎処理	•••••				• • • • • • • • • • • • • • • • • • • •	219
7.4	.1 基本的	な考え方					219
7.4	.2 重力式	コンクリー	・トダムにおける	グラウチング	の種類と目的 …		219
7.4	.3 流水型	ダムにおけ	·るグラウチンク	での課題			220
7.5	放流設備		• • • • • • • • • • • • • • • • • • • •				222
7.5	.1 流水型	ダムの放流	三設備の特徴 …				222
7.5	.2 減勢工	への土砂の	) 堆積				224
7.5	.3 摩耗・	損傷対策					226
7.5	.4 土砂輸	送および流	これの連続性の確	崔保			229
7.6	閉塞対策						231
7.6	.1 流木に	よる閉塞へ	、の対策				231
7.6	.2 土砂に	よる閉塞へ	、の対策				239
7.7	試験湛水		• • • • • • • • • • • • • • • • • • • •				240
7.8	流水型ダ	ムの管理					244
7.8	.1 ダム施	設の管理					244
7.8	.2 貯水池	の管理 …					247
7.8	.3 流水の	管理	• • • • • • • • • • • • • • • • • • • •				248
7.8	.4 自然環	境のモニタ	リング				249
7.8	.5 流水型	ダムの用地	1取得について				249
第8	章 まと	:め	<del> </del>				257
第1	章序	<b>扁</b> ·····					257
第2	章 ダム	・貯水池に	おける流水型	ダムの位置づ	け		258
第3	章 流水型	望ダムの歴	史と現状の課	題			258
第4	章 流水型	望ダムの新	しい機能				261
第5	章 流水型	型ダムにお	ける土砂動態				262
第6	章 流水型	型ダムの物	質・生物環境				263
第7	章 流水型	見ダムの設	計および管理				263

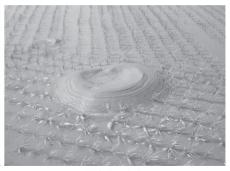
# **第1章** 序 論

### **1.1** はじめに

近年,九州北部を襲った集中豪雨,伊豆大島,広島で発生した土石流災害,また鬼怒川洪水災害と毎年のように起こる水・土砂災害は,地域に大きな被害をもたらし,わが国の防災基盤はまだまだ脆弱であることを如実に示した。これらの災害に限らず,近年の気象災害で被災した住民が異口同音に口にすることは,「こんな雨は初めてだった」、「水がやってくるのが急でアッと言う間だった」であり,これまでの常識や経験がまったく役に立たないような大きな気象災害に頻繁に見舞われるようになってきた。災害は人命の損失に直結するため,地球温暖化の進行による災害外力の増大という遷移過程での防災・減災に我々は総力を挙げて取り組まなければならない。しかしながら,人類が引き起こした地球温暖化の下で,「安全・安心で持続可能な社会」を築くのは,けっして容易な作業ではない。

2012 年の九州北部豪雨災害では、福岡県の一級河川矢部川の堤防が越水していない段階で破堤し、大きな被害をもたらした。また 2015 年には鬼怒川で越水により破堤し氾濫した洪水は、常総市において広域にわたり大きな浸水被害を引き起こした。これらの河川災害では、破堤箇所以外にも多くの場所で噴砂や堤防の孔・亀裂など(図-1.1.1)が確認されている。これらは破堤等につながりかねない堤防の脆弱さを表している。近年、豪雨により河川内の水位が長時間にわたって上昇することで、内在していた堤防の弱さが顕在化してきているものと思われる。これは矢部川・鬼怒川に限ったことではなく全国の河川に共通していると思われる。一旦、破堤すると河川内外でほとんど差がなくなるまで浸水するために甚大な被害につながるが、全国のすべての河川堤防の早急な強化は不可能なので、





堤防で確認された亀裂

堤内地の噴砂

図-1.1.1 矢部川で見られた亀裂・噴砂

今まで以上に河川堤防に負荷をかけることはできない。

また、気候変動により降雨強度や降雨量が増大すれば、堤内地に降る雨も増えてきて内水氾濫の危険性も増してくる。内水対策はポンプ排水が主であるが、河川水位(外水位)が高いと河川堤防の破堤の怖れから河川へのポンプ排水も制限される。したがって堤防の脆弱性、内水対策の双方から、災害外力の増大下でも河川水位を上げないような治水対策が要求されることとなる。また、河川水位が上がると洪水時に流れてくる流木や塵芥が橋桁などに引っかかって集積し閉塞することで、溢水氾濫を起こしやすくなることから、やはり河川水位の上昇は許されない。

しかしながら、今後の降雨強度・降雨量の増大下で河川水位を上げないような 治水対策は容易ではない。洪水対策として一般的なのは、堤防の強化・嵩上げ、 引堤、河床掘削、ダム、遊水地等が考えられるが、堤防の強化・嵩上げ、引堤、 河床掘削は河川堤防に沿った線での対応となるため、その延長距離は膨大となり、 経費、工事量、工事期間、また環境面からも不可能に近い。一方、遊水地は使う 面積の割に洪水制御効率が低く、用地の確保も容易ではない。したがって、点で 対応して洪水制御を効率的に行うダムが最も有利かつ唯一の手段となるが、ダム、 特に巨大コンクリートダムに対しては、環境面・コスト面から社会の風当たりが きわめて強い。

本書では、ダムではあるが環境と調和し、『順応的適応策』 としても対応でき、さらに多くの付加的機能を有する流水型ダム(穴あきダム)による治水対策を提案する  $^2$  。

# 第3章

# 流水型ダムの歴史と現状の課題

### 3.1 世界の事例

### 3.1.1 歴史的流水型ダム(イラン、フランス・ロアール川)

流水型ダムの歴史は古く、16世紀にはイランで山岳河川の自然狭窄部をアーチ型に締め切る治水ダム(Shah Abbasi ダム(1501))が建設されている(図-3.1.1)。

また 17 世紀にフランスのロアール (Loire) 川では,流水型ダムの先例 (Pinay, La Roche) が建設されている。このうち Pinay (1711 年完成) ダムは**図-3.1.2** のような河道に設置された大きなスリットダムの形態をなしており,例えば 1866

年の洪水時には図-3.1.3のような洪水調節を行ったと推定されている。このダムは洪水を調節するとともに、冬季・春季の洪水時に湛水地内に肥沃な土壌堆積をもたらすことから地元農民から高く評価されており、湛水による農作物の損失(1%以下)に比較して収穫量の増加(30~50%)が顕著であったと記述されている。ちなみに、このPinay ダムは、下流に建設された Villerest ダム(堤高59m)の湛水地内に位置したことから 1984 年に廃止・撤去されている。



図-3.1.1 Shah Abbasi ダム (1501)

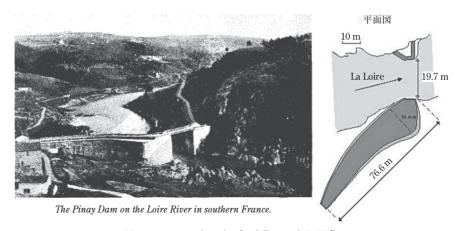


図-3.1.2 Pinay(1711)ダム全景および平面図<sup>1)</sup>

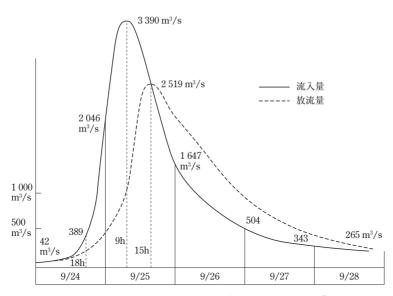


図-3.1.3 1866 年 9 月洪水の Pinay ダムの調節波形 (推定)<sup>1)</sup>

## 3.1.2 米国における事例 1)-6)

### (1) 米国における流水型 (DRY) ダムの歴史

米国における流水型ダムの原点は MCD (Miami Conservancy District)<sup>7)</sup> が建

設した5ダムである。この MCD はオハイオ州 Dayton 市を中心とする Great Miami 川の治水事業を実施するために 1914 年に設立された組織であるが、MCD が建設した5つの洪水調節専用5ダムの計画・設計に従事した重要人物に Arthur E. Morgan(1878–1975)がいる。彼は後に TVA(Tennessee Valley Authority)の初代代表(1933–1938)に就任し、その基礎を築いた人物でもある。

彼の著書「The Miami Conservancy District(McGRAW-Hill 1951)」<sup>8)</sup> に MCD の成立過程, さらには、MCD に流水型ダムを提案した詳細な経緯が記述されている。注目すべきは、ここで流水型ダムを DRY ダムと呼称していることと、MCD ダムの建設に当たって、欧州へ事前調査を行い、フランスのロアール (Loire) 川に約 200 年前の DRY ダムの先例(Pinay、La Roche)(前出)を見出していることである。

米国においては、MCD ダムの建設に先行して、ミズーリ州の Little River Drainage District において同様な事例があったことが Morgan の著書に記載されているが、大規模かつ組織的なプロジェクトとしては MCD が最初であったもの

と考えられ、その成功を受けて全米に技 術が伝わっていったものと考えられる。

### (2) MCD (Miami Conservancy District) ダム

### a. 1913 年洪水

図-3.1.4 に示す Great Miami 川流域の中心に位置する Dayton 市は,周辺含めた都市圏人口 80 万のオハイオ州第 4 位の中核都市であり,ライト兄弟の故郷としても有名である。 Great Miami 川は Mississippi 川の左支川 Ohio 川の支流であり,1万 km²以上の流域面積を有し,その流域は年間降水量約 950 mm 程度の肥沃な土壌からなる農地が広がっている。古くはインディアンの町であったが,



図-3.1.4 Great Miami 川流域 (オハイオ州) と MCD ダム位置図

### 流水型ダムー防災と環境の調和に向けて一

定価はカバーに表示してあります。

2017年7月10日 1版1刷発行

ISBN 978-4-7655-1847-5 C3051

編者光	也 田	駿	介
Ŋ	卜 松	利	光
Í	角	哲	也
発行者 县	Ž	滋	彦
発行所 扌	支報堂出	版株式会	会社
₹101-0051	東京都千代日	日区神田神保町	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		
U R L	http://g	i h o d o b o o k s	s.jp/

© Syunsuke Ikeda, Toshimitsu Komatsu and Tetsuya Sumi, 2017

落丁・乱丁はお取り替えいたします。

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

Printed in Japan

装丁 ジンキッズ 印刷・製本 昭和情報プロセス

### JCOPY <(社)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、(社)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。