

急勾配河川における床固工群の設置効果について

THE EFFECTS OF GROUNDSEL GROUPS ON STEEP-SLOPE RIVER

佐野滝雄¹・片桐睦²・渡辺徹³・湊隆⁴

Takio SANO, Atsushi KATAGIRI, Takashi WATANABE and Takashi MINATO

¹正会員 アジア航測(株) 防災部 (〒243-0014 神奈川県厚木市旭町 5-42-32)

²アジア航測(株) 防災部 (同上)

³フェロー会員 アジア航測(株) コンサルタント事業部 (〒243-0016 神奈川県厚木市田村町 7-3)

⁴建設省日光砂防工事事務所 調査課長 (〒321-1414 栃木県日光市萩垣面 2390)

This paper presents the effects of groundsel groups installed in the section to complete of channel works, focusing on the prevention of bank erosion, in time sequence for the Daiya river, a branch of the Tone River, and flood control management for steep-slope river whose natural riverbanks are preserved.

For about 800 meters at lower reaches of the Daiya river where revetments are unfinished, changes in the river course were surveyed. We found that oscillations in the watercourse came gradually under control with the installation of groundsels and riverbed girdles. A survey of river channel conditions after a flood showed that wings of riverbed girdles projecting from the riverbank worked as groins, preventing from bank erosion. Although scouring of the end of non-overflow groins tends to be excessive, degradation can be prevented for steep-slope rivers and bank erosion is suppressed by letting wings of riverbed girdles function as groins. Further study is needed to determine an optimum groin arrangement.

Key Words : Steep-slope river, groundsel groups, wing of riverbed girdle, groin, bank erosion

1. はじめに

多自然型川づくりの進展に伴い、多様な水際線を創出し景観的なアクセントにもなる等の理由から、従来の護岸工に代わる河岸保護対策として水制工が再び注目されている。水制工は昭和 30 年代までは河岸の防御工法として積極的に採用されたが、その後、コンクリート護岸や異形コンクリートブロックに取って代われ、最近では護岸の根固めとして補助的に用いられる事例がわずかに見られる程度である。しかし、近世においては、護岸を設置せずに水制自身で河岸を守る工法が主流であったと言われ¹⁾、自然河岸を活かし、良好な河川環境を保全するためには、今後大きな可能性を持った工法と言える。

本報告では、利根川水系大谷川を例に、流路工区間に設置された床固工群の効果、とくに河岸から突出した

袖部が果たす水制としての効果を過去の河道変遷や出水後の河道状況から整理し、急勾配河川における自然河岸を活かした治水整備のあり方について考察した。

2. 調査地の概要

大谷川は奥日光山地の南東部に位置する中禅寺湖に源を発し、男体山、女峰山などの日光火山群から流入する支川を集めながら日光市街地を経て南東方向に流下し、今市付近で流路を東北東に変え、鬼怒川に合流している。流域面積は 117.9km²、流路延長約 29km、平均勾配約 1/33 の急流河川である。水源地に脆弱な地質構造を持つ大谷川は、古くから多くの災害を引き起こしてきた。このため、大正 7 年より直轄砂防事業による砂防ダムの建設が始まり、これに続いて中下流域の市街地を保護するための流路工工事も着手され、現在までに延長 20 km に及ぶ



写真-1 調査対象地の全景

流路工が整備されている。

今回の調査対象としたのは、大谷川流路工の下流部に位置する護岸未施工区間約 800mである(写真-1)。上下流の区間はすでに護岸工と横工が整備されているが、当該区間は周辺で計画の他事業との関係から、例外的に横工が先行して施工されている。一部に過去の災害復旧工事で造られた蛇籠護岸も存在するが、すでに植生で覆われており、自然河岸と大差ない状態になっている。元々は氾濫原であった高位の段丘上には農耕地と樹林地がパッチ状に分布しており、川と農地が有機的に結びついた里山的な環境を形成している。

対象区間の河床縦断は図-1のとおりである。落差 2mの床固工が約 500m間隔で配置され、それぞれの中間点に縦侵食に対する規制面として落差の無い帯工が設けられている。対象区間の計画河床勾配は 1/100 で、河道特性はセグメント 1に分類される急勾配の粗い礫床河川である。

一般的な砂防流路工と異なる大谷川下流流路工の特徴として、護岸が水通し断面より広く、岸側にセットバックした形で配置されていることが挙げられる。これは、流路工施工前の大谷川が蛇行氾濫を繰り返し、周辺の土地利用が進んでおらず、ある程度余裕を持った用地確保が可能であったことに加え、流路幅を広く確保することで遊砂機能を期待したものである。結果的に横工の袖部

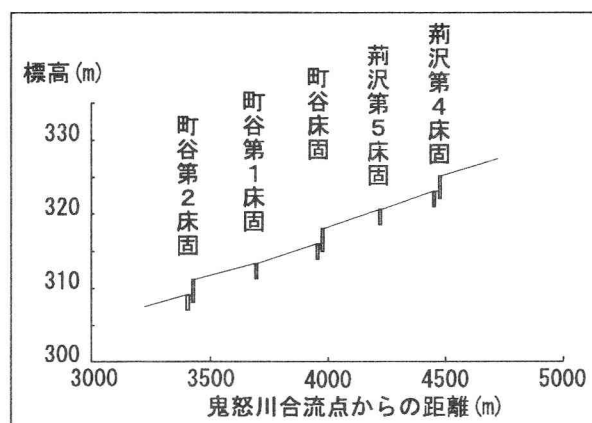


図-1 対象区間の河床縦断面図

が護岸から突出するような形となり、護岸沿いにはヤナギ類等が繁茂している。

3. 床固工群の設置と河道の変遷

(1) 空中写真判読による調査

床固工群設置前の昭和 41 年に撮影された対象区間の空中写真を写真-2 に示す。上流域での砂防ダムの整備による流出土砂量の減少に伴い河床が低下し、氾濫域はある程度狭まっているが、依然として流路は激しく変動している。これら過去の空中写真から、床固工や帯工の設置に伴う流路の変遷を判読し、結果を図-2 に整理した。なお、横工の名称は落差の有無にかかわらず「床固」で統一しており、ここでは護岸未施工区間の横工を総称して床固工群と呼ぶ。

昭和 41 年、53 年時点では、河道内に明確な交互砂州が形成され、主流路は左右に蛇行しながら河岸を侵食している。平成 2 年の時点では、町谷第 1 床固より下流に流路工が整備され、左岸側への流水の衝突は少なくなっているが、町谷第 1 ～第 2 床固間の右岸側に水衝部が生じている。未施工区間では主流路が右岸側に移っているが、これは上流で行われている工事に伴う瀬替えの影響である。平成 7 年の時点では、荊沢(おとろさわ)第 4 床固と町谷床固が整備され、この 2 つの床固工の整流効果によって、低水路はほぼ計画法線の幅に収まってきている。

すべての横工が完成した平成 10 年時点を見ると、荊沢第 4 床固から町谷第 1 床固の間では、極端に河岸が張り出した箇所を除けば、直接河岸に接して流れる低水路はなくなっている。一方、町谷第 1 床固より下流の区間では、護岸に近接した低水路が見られ、全体的に流水の幅が広い。これは、護岸未施工区間では横断方向に自然な傾斜を持つ河岸が残されているのに対し、護岸施工済み区間では河道を単断面に整形したため流水が広がりやすくなり、横工の袖部による流向規制の効果が発揮されにくくなったものと考えられる。



写真-2 対象区間の平面形（昭和41年撮影）

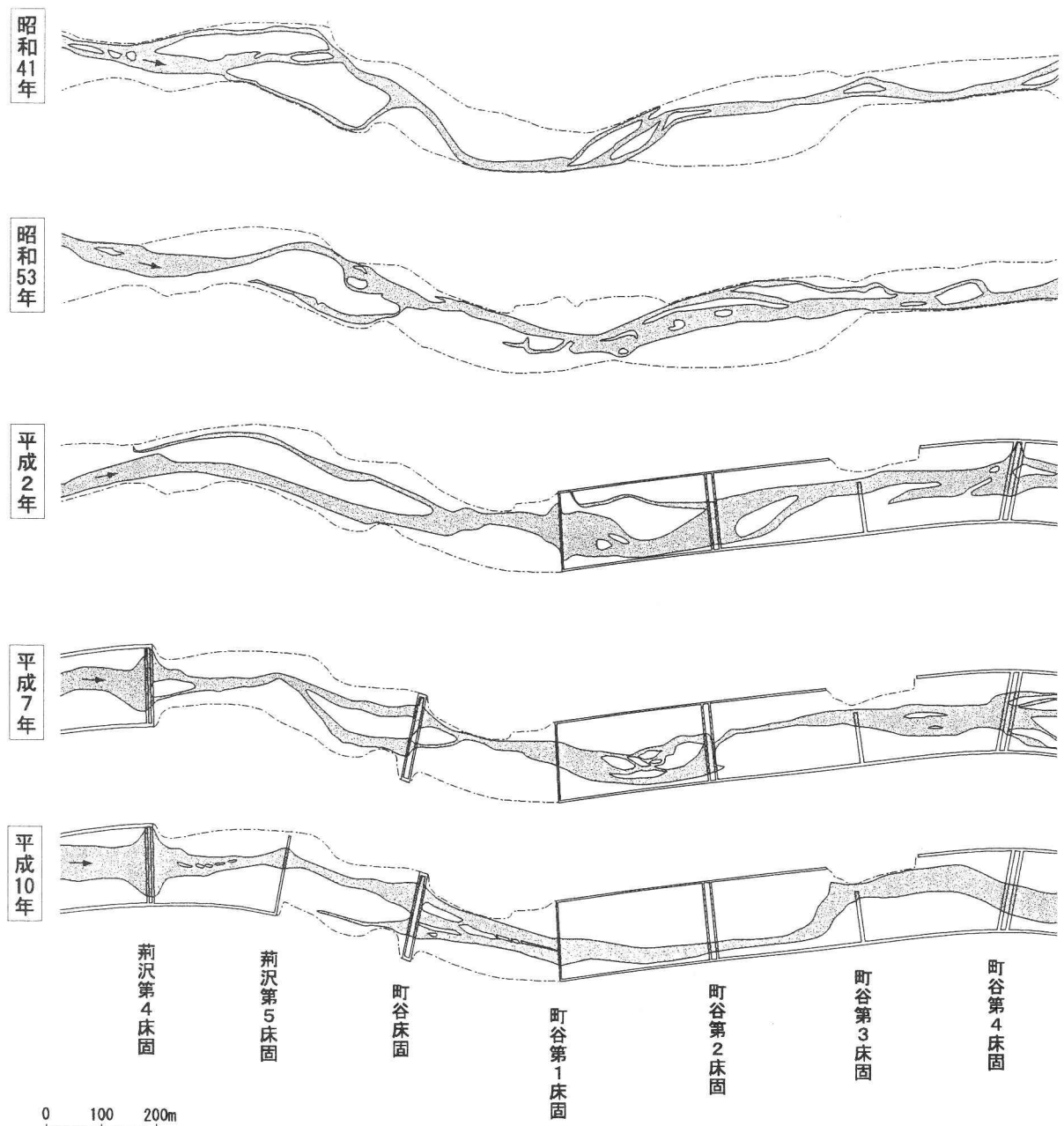


図-2 低水路の変遷

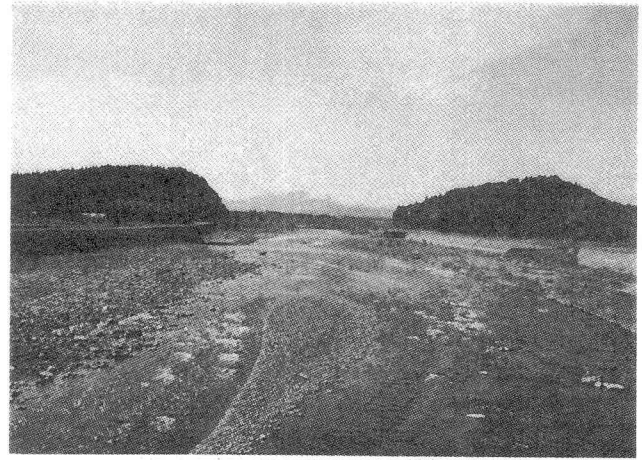
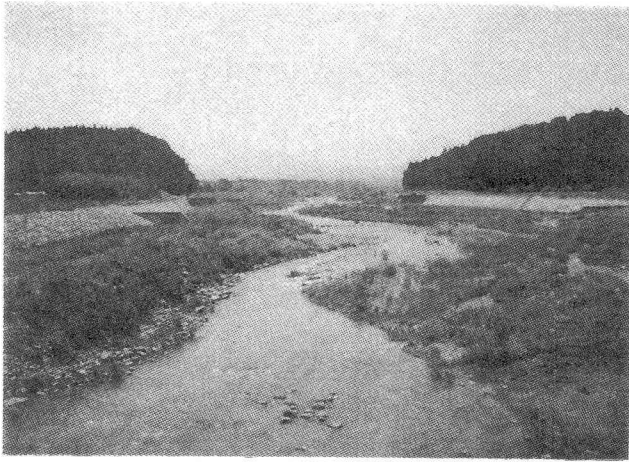


写真-3 荊沢第4床固上流 (左：平成9年7月，右：平成10年11月)

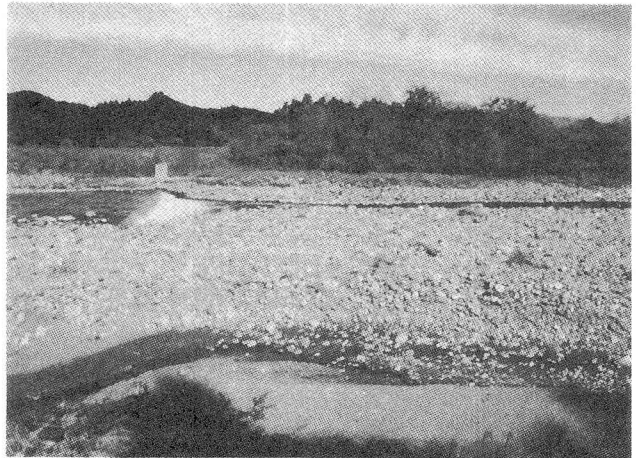
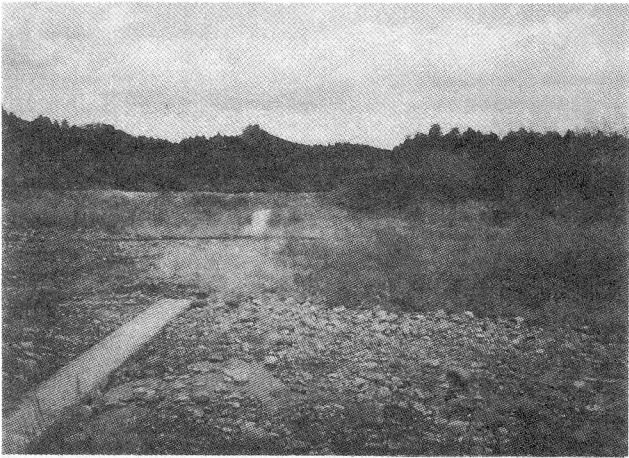


写真-4 荊沢第5床固下流 (左：平成10年3月，右：平成10年11月)

(2) 現地調査による出水前後の比較

平成10年の8月から9月にかけて相次いで上陸した台風は各地で猛威を振るい、多大な被害をもたらした。大谷川流域においても9月15日から16日にかけて通過した台風5号の影響で、今市観測所では最大時間雨量29mm、連続雨量202mmを記録した。近傍の水位観測所のデータから推測した対象区間のピーク流量は $566\text{m}^3/\text{s}$ であり、計画高水流量 $1,300\text{m}^3/\text{s}$ の約44%に当たる。対象となる護岸の未施工区間に大きな被災はなかったが、河道内には出水により多くの痕跡が残された。出水前後の河道内の変化を床固工群の効果という視点から整理した。

a) 荊沢4号床固上流 (写真-3)

対象区間の上流側に位置する流路工完成区間である。施工後約7年が経過しているが、流路工施工時に河床を平坦に整形しているため、変化に乏しい河道形態を呈していた。出水後はこの傾向がさらに強まり、全体的に水深が浅くなった他、河床に生育していた草本類がほぼ一掃され、河床形態の単調化が進んだ。

b) 荊沢第5床固下流 (写真-4)

床固工下流には植生の繁茂する砂礫堆が存在したが、今回の出水で計画河床面より上の部分はほとんどが押し

流された。一方、対岸の河岸付近は、草本類は倒伏しているものの、目立った侵食は受けていない。床固工の袖部が流水を刎ね、下流側に緩流域が生じたものと考えられる。

c) 町谷第1床固上流 (写真-5)

河道中央部の砂礫堆は押し流され、植生もわずかに残るのみとなった。一方、手前の低位段丘上には冠水した痕跡は見られるものの、目立った侵食は受けていない。段丘が緩衝帯的な機能を果たし、河岸に近づく洪水流を和らげたものと考えられる。

出水後の痕跡調査で確認した冠水や侵食に関する情報を図-3に整理した。出水前は、低水路以外の河床はほぼ全面が植生で覆われていたが、今回の出水によって河道中央付近の植生は多くが流失し、開放的な河原に姿を変えた。河岸については、河道内への張り出しが大きい箇所は侵食を受けたが、それ以外の区間は植生の倒伏はあるものの、目立った侵食は見られない。出水の規模がさらに大きくなれば河岸侵食は避けられないが、中規模の出水に対しては現況の床固工群のみでも有効に機能していると言える。

なお、町谷床固の右岸上流にある河岸の突出部は崖地になっており、ヤマセミの営巣に利用されている。ヤマ

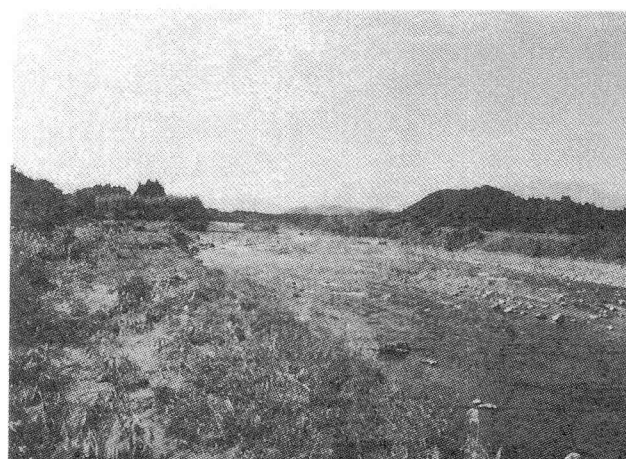


写真-5 町谷第1床固上流 (左:平成10年3月, 右:平成10年11月)

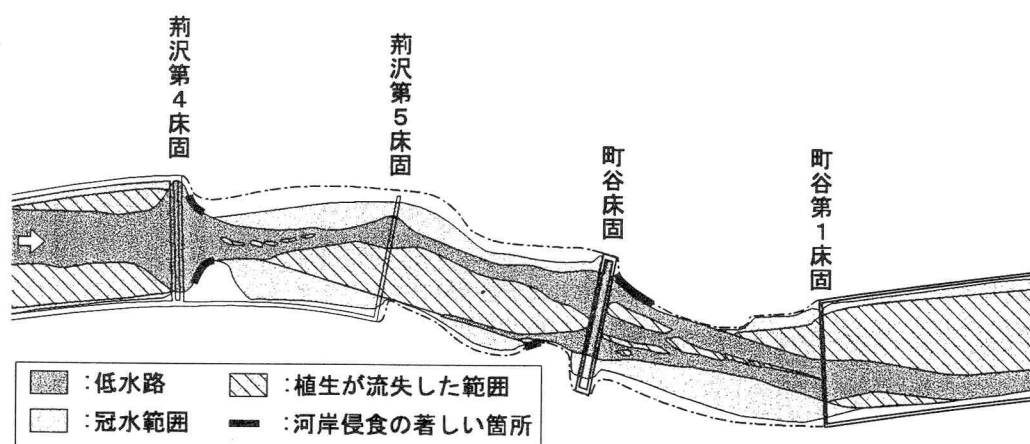


図-3 冠水・侵食実績図

セミは本来溪谷の鳥であるが、この崖地は河床からの比高差が大きく、上部に巣穴を掘りやすい軽石層が堆積しているなど、営巣に適した条件がそろっているため、繁殖期になると付近で姿が見られるようになる。ただし、近年は大きな出水がなく、崖面の安定化が進み、上部からツタなどが垂れ下がり外敵が侵入しやすい環境になりつつあった。今回の出水によってこの崖地の一部が侵食を受け、崩壊したが、これは営巣環境を保全する上ではむしろ好ましい現象であり、適度な攪乱体制を維持するためには、床固工の袖部を活かした河岸防御も有効と考えられる。

4. 袖部の水制的効果

各床固工の袖部は、現況では河岸から概ね 20m程度突出している。天端高は計画高水位から 1mの余裕を見込んであり、上流側の堰上げによる水位上昇を考慮しても、全面的に越流する可能性は低いと考えられる。したがって、不透過型の非越流水制が約 250m間隔で配置されたものと見なすことができる。水制は長年の試行錯誤の積み重ねから生まれた工法であるため、いわゆる標準設計のようなものは存在しないが、ここでは山本¹⁾が示

した水制の形状や配置形態と照らして、床固工の袖部を評価する。

水制の配置間隔については、セグメント1の河川で不透過型のコンクリート製の水制を設置する場合は、その間隔を当該区間に形成される砂州長さの $1/2 \sim 1/3$ 程度以下とすることが示されている。対象区間の砂州の長さは 300~400m程度であることから、適当な水制間隔は 100~200mの範囲となり、約 250m間隔で配置されている現況の床固工の袖部のみでは、河岸防御機能は不足するものと考えられる。

水制の長さについては、想定される河岸侵食量以上を確保することとされている。砂州が水制間の河岸線に影響する場合の河岸侵食量は、実河川の事例を基に、水制間隔 L_g が砂州長さ L_s の $1/2$ 程度の場合は $0.15 L_g$ という値が示されている。この値を対象区間に当てはめると、袖部の先端からの河岸侵食量はおよそ 37.5mとなる。袖部の長さは約 20mあるが、計算上はそれ以上の侵食が生じる恐れがある。

以上より、現況の床固工の袖部には水制としての機能はあるものの、そのみで河岸侵食に対応し得るほどの効果は期待できないと判断される。これについては、配置間隔を狭めることで解決可能と考えられるが、不透過

型水制の間隔に関する既往の研究結果の中には、水制によって生まれる緩流域の長さをより大きく示したものもあるため²⁾、侵食抑制機能とコストとの兼ね合いを考えながら、妥当な間隔を探ることが重要な課題である。

5. おわりに

大谷川下流流路工の護岸未施工区間約 800mについて、過去の空中写真から流路の変遷を調査したところ、床固工の設置に伴って流路の首振り次第に収束し、すべての横工が設置された後は、ほぼ計画法線内に収まっていることが読みとれた。また、平成 10 年 9 月の出水後に河道内の状況を確認したところ、河岸から突出した床固工の袖部が水制として機能し、河岸侵食が抑制される傾向が見られた。これらは、上流区間の流路工による整流効果もプラスに働いた上での結果であるが、急勾配河川

における自然河岸を活かした治水整備に示唆を与えるものと思われる。

急勾配河川で水刎ねを目的とした非越流水制を設置する場合、先端部付近の洗掘防止が問題となるが、横工の袖部は単独の水制より洗掘に対する安全性が高い。縦侵食防止のために設置される横工の袖部を、水制的な機能を意図した形状にすることで、河岸侵食の防止や多様な水際線の創出といった付加機能が得られる可能性がある。今後、適切な配置方法などをさらに検討する必要がある。

参考文献

- 1) 山本晃一：日本の水制，山海堂，1996。
- 2) 秋草ら：水制に関する研究，土木研究所報告 170 号，1960。

(1999.4.26 受付)