

# 江の川水防林の特性と治水効果

Characteristics of flood defence trees  
and its effectiveness to the flood control

\* 福岡捷二 \*\*五十嵐崇博 \*\*\*高橋宏尚

by Shoji FUKUOKA, Munehiro IGARASHI, Hironao TAKAHASHI

The role of flood defence trees are investigated on the basis of data of flood defence trees, flood damage, and aerophotos in the time of flood peak and the normal time. It is explained that how hydraulic phenomena of the flood flow change by the deforestation of flood defence trees, and the construction of revetment in place of these trees. Future subjects for the conservation of flood defence trees are suggested for the harmony of the flood control and environment in rivers.

**Keywords:** flood, flood defence trees, revetment, deforestation, bank erosion

## 1. はじめに

わが国では水害防備林（水防林）が、古来から河川の洪水防御方式の一つに用いられてきた。水防林は通常、洪水流を低水路に集め、高水敷上の畑地や河川沿いの家屋を強大な洪水の作用から保護する事のほかに、高水敷上の流速を低下させる事により、浮遊砂を畑地に堆積させ、豊かな耕作地をもたらすという機能もある。水防林は主に竹林により構成されており、竹の利用（竹材による工芸品、建築材料、竹の子、漁業生産の材料）も行われてきた。しかし、水防林は徐々に減少しつつある。それは、堤防が概成されていくとともに治水施設としての水防林の重要性が相対的に減じ、さらに河道内の洪水位を上昇させるなどのため、伐採される傾向が強くなっている為である。しかし、近年の環境保全の声の高まりとともに、緑が多く、生態的にも健全な川づくりが求められ、河川の景観や生態系の上からも水防林を出来るだけ保全していく事が、河川行政の重要な課題となってきた。しかしこれを実行するために必要な技術、学術的検討は十分には行われていないといえない。本論文では、無堤区間において、水防林が治水上重要な役割を果たしている江の川を対象

---

\* 正会員 Ph. D、工博、広島大学教授 工学部第4類(建設系)  
(〒724 東広島市鏡山1-4-1)

\*\* 正会員 工修 建設省中国地方建設局 河川部 河川計画課長

\*\*\* 学生員 広島大学大学院 前期博士課程 環境工学専攻

として、水防林の洪水時における挙動、特に流れや、河床変動に及ぼす影響や水防林伐採の影響を評価し、今後の水防林の在り方について検討している。

## 2. 解析対象区間の概要と解析方法

江の川は、広島県山県郡芸北町阿佐山に源流を発し、島根県を経て日本海に注ぐ中国地方屈指の河川（幹線流路延長 194.0km、流域面積3870km<sup>2</sup>）であり、「中国太郎」の異名を持つ。江の川は峡谷を貫入する穿入蛇行河川であり、中国山地の下刻作用により蛇行帯に沿って河岸段丘が発達している。その河岸段丘上に蛇行による堆積作用が重なって、土質として砂質土が卓越している。河岸段丘上には砂質土壌に適した桑や、最近では稲などが栽培されている。江の川における水防林は主に竹林から構成されており、河道の河岸から段丘に沿って広く分布している。図-1は航空写真から水防林の位置を読み取ったもので、水防林は樹高10m～20m、幅10m～50m、延長は長いもので700mにも及ぶものがある。竹林の直径は5cm前後と細いものが多く、その密生度は30本/m<sup>2</sup>～40本/m<sup>2</sup>である。検討対象区間は水防林の多い20.0K～30.0K区間である。20.0K～24.0Kまではほぼ直線河道であり、それ以外の区間は典型的な蛇行河道を呈している。用いた洪水はS58年7月洪水で、川平において警戒水位8.4mをはるかに上回る水位14.35m、ピーク流量は7500m<sup>3</sup>/secに達し、これはS47年洪水に続く戦後第2番目の大きな規模の洪水で、被害金額15億円もの災害をもたらした。図-2に、洪水時の主流線を示す。これは洪水航空写真のベクトル図を用いて表現したもので、洪水流が河道から河岸段丘上に大きな流速で乗り上げている。洪水航空写真から得られた流速の平面分布、流速ベクトル、河床変動を総合的に検討し、これにS45年、S52年、S62年の航空写真を用いて水防林が経年的にどのように変化したか、水防林に替えて河岸を護岸化した事が洪水流にどのような影響を及ぼしたか等を検討し、水防林の特性とその治水効果を把握する。

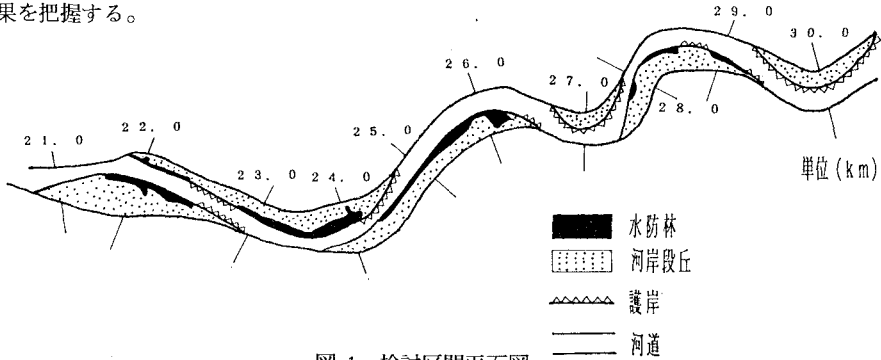


図-1 検討区間平面図

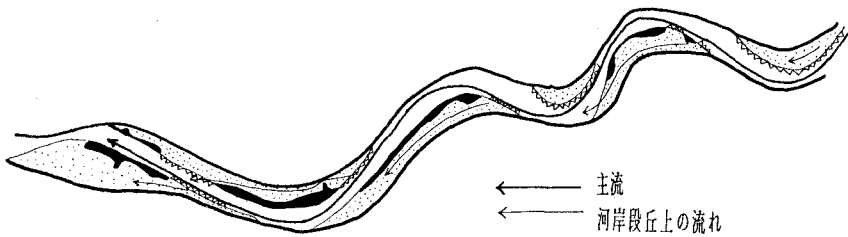


図-2 主流線図

### 3 .水防林の存在が洪水流に与える影響

#### 3-1 水防林、護岸の配置と洪水痕跡水位の関係

S58年洪水の痕跡水位の縦断面形を図-3に示す。この図には河岸段丘高、水防林の位置、護岸施工箇所も示している。河道の湾曲や急拡、急縮の影響が含まれているため、一概にはいえないが水防林が存在する区間では、水防林がもたらす抵抗により洪水水位のせき上げが顕著に見られる。これにより水防林を伐採し護岸化する事は、洪水水位を減ずるのに効果的である事が確認される。

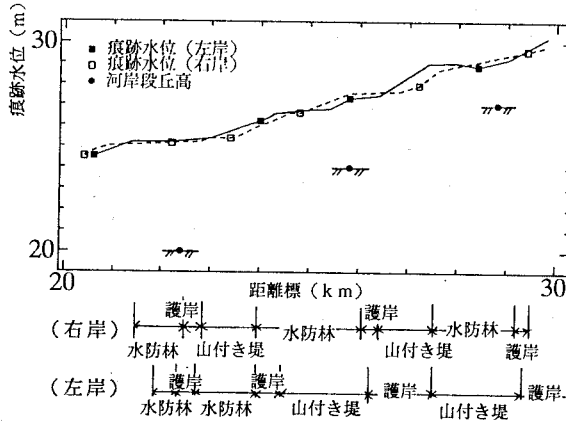


図-3 洪水痕跡縦断面図

#### 3-2 洪水流れ、河床変動と水防林の関係

次に、各蛇行区間、直線区間について水防林や護岸の位置と洪水流、河床変動の関係について検討する。

##### ① 30.0K~27.0K区間

図-1に示すようにこの区間は典型的な蛇行区間

である。29.3kより上流右岸には護岸が施工されている。29.1kより下流左岸には、水防林が存在している。何も示されていない区間は山付堤である。図-4を見ると、この区間右岸河岸段丘上の流速は1.2~1.6m/sと左岸河岸段丘上の流速(1.2m以下)よりも大きくなっている。これは左岸高水敷には水防林が存在し、河道から河岸段丘上への洪水流の流入が抑えられているのに対して、右岸河岸は護岸化されているため、ここより河岸段丘上に乗り上げ、大きな流速が発生したものと考えられる。28.6k付近左岸河岸段丘上には、一部流速

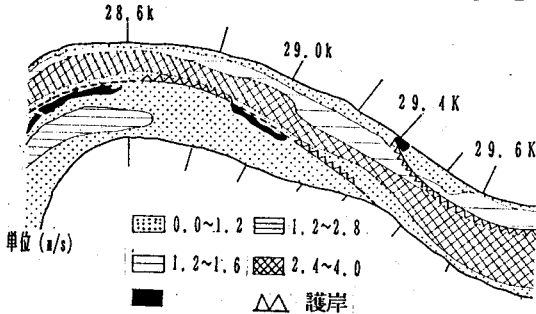


図-4 洪水流速平面分布

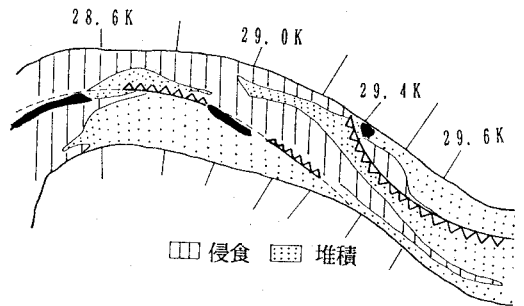


図-5 侵食・堆積平面分布

が1.2~2.8m/sと大きくなっている場所が存在する。これは水防林が段丘上への流れを2つに分ける壁の役割をした事と、左岸の護岸を越えてきた流れが、河道法線形の影響を受けて水防林の裏側に集中したためである。図-5、6は洪水前後の侵食堆積状況を示す。29.0k下流の左岸の水防林前面の河道には大きな侵食がみられる。これは図-2の主流線図から明らかのように、水防林の前面に流れが集中するためであり、ここでの侵食深は2mにも及んでいる(図-6)。

28.8k付近の左岸では水防林が不連続となり、護岸が施工されている。29.2k~28.8kにかけては主流が河道の左岸沿いに走るため、(図-2)28.8k付近の左岸側に速い流れが現れる。この速い流れが護岸の施工により河岸段丘上へ流入し、この速い流れによって28.6kより下流の河岸段丘上で侵食が発生している。(図-5)

② 27.0k~24.0k区間

この区間は30.0k~27.0k区間と同様、典型的な蛇行河道を呈している。26.6kより上流右岸には護岸が施工されている。又、26.4kより下流左岸の河岸段丘上には、水防林が存在している。河岸に護岸を施工した、26.6kより上流右岸の高水敷上に洪水流が流速1.6~2.8m/sで直接乗り上げている。(図-2、図-7)一方、水防林が存在する26.4kより下流の左岸河岸段丘上では、水防林のすぐ背後の領域で流速が0.4m/s以下となり水防林が流速を著しく低減している。26.3kより下流左岸河岸段丘上の流速が1.2~2.8m/sと大きくなっているのは、その直上流の護岸部分から洪水が流れ込んできているためである。そこでは河岸段丘上で侵食が生じている。(図-8)

③ 24.0k~21.0k区間

この区間は直線河道である。水防林は連続したのではなく、途中23.0k~22.4k区間では兩岸の水防林が伐採され、これに替わって護岸が施工されている。図-9に示すように、23.0k~22.0kでは、流速の大きな流れが左岸寄りに走っている。これは23.0kより上流の蛇行している河道の法線形のため、その上流で、左岸寄りに主流部が走り、直線河道に入ってそのまま左岸寄りに流れるためである。護岸が施工されている23.0k~22.4k区間では、河道と河岸段丘間で活発な洪水流の出入りが洪水時に撮られた航空写真で見られる。この区間右岸の河岸段丘上では流れは微高地と水防林の間を

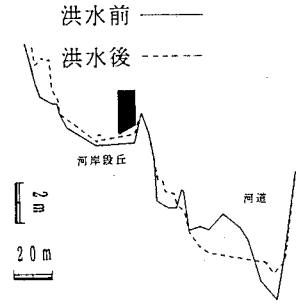


図-6 洪水前後の横断面図(29.0k)

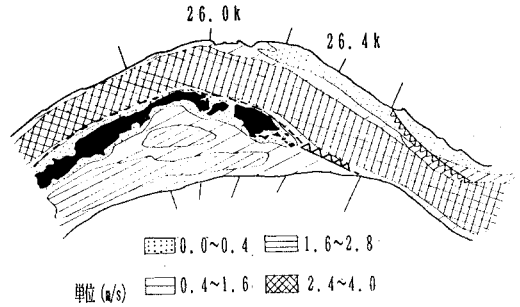


図-7 洪水流速平面分布

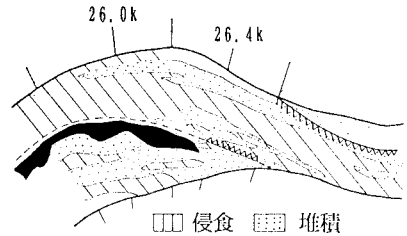


図-8 侵食・堆積平面分布

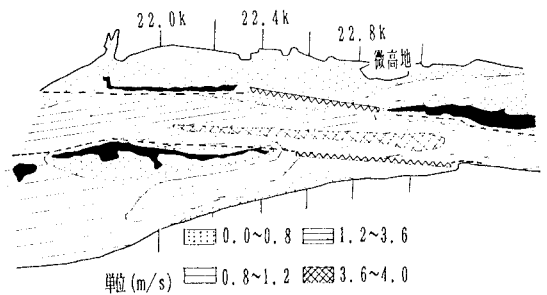


図-9 洪水流速平面分布

流れ、1.2~3.6m/sと大きな流速を持って河道へ流出している。この区間の左岸22.6k付近では、左岸寄りの主流部の存在と水防林と護岸の相対的な位置関係のために、水防林の直上流より1.2~3.6m/sの高流速が河岸段丘上に乗り上げ、(図-9)この区間の高水敷上では洪水流の流入に伴う侵食が生じている(図-10)。

#### 4 水防林の水制的役割

江の川には水防林の水制的作用を利用してきたと思われる場所が幾つか存在する。24.2k右岸の水防林は河道横断方向に延び、(図-11)高水敷上の流速の低減がはかられている。このような場所は、対象区間中数多く見られるが、いずれも河道に直角方向に延びており河岸段丘上の耕作地を取り囲む形態をとっている。流速分布(図-11)を見ると、24.8k~24.2k右岸河岸段丘上に流速2.4~3.6m/sで洪水流が乗り上げているが、24.2kの横断方向に延びた水防林によって下流の流速が大きくても1m/s程度減少している。このことにより、洪水流速の低減をねらった横断方向に延びる水防林の水制的効果が確認される。図-4、7、9を見ると水防林背後の河岸段丘上では流速は大きくても0.8m/sに抑えられている。一方護岸化すると、そこでの流速が増大する。このため水防林が断続的に分布している場合、または一部護岸化された場合は、そこから、高水敷に早い流れが流入してくる。水防林を一部横断方向に残して、その前面に護岸が施工されている箇所も見受けられるが(図-11の23.2k付近)、この護岸前面の流速は水防林のみの場合とほとんど変わらない。したがって、河岸侵食から段丘上の耕作地等を守るために護岸が必要な場合は水防林によりもたらされる洪水位のせき上げに十分注意しながら可能な範囲で水防林をある幅をもたせて残し、水防林の前面に護岸を施工するなど工夫をすれば治水も環境上も望ましい効果をあげることになる。

#### 5 水防林の伐採が下流河道に与える影響の推察

水防林の延長は年々減少している。これは治水上の理由から水防林が伐採され、そこが護岸に替わっている為である。河岸の護岸化は、3-1で示したように洪水位のせき上げを解消し、河川の治水安全度を高めているが、一方で大規模洪水時において、段丘上の流速を増大させる。図-12に示すように、上流側右岸に存在した水防林が何らかの原因により伐採されると、水防林の導流効果により主に河道を流れていた洪水流が上流側で河岸段丘上に乗り上げ、下流対岸に向かう流れを発生させ、下流側の河岸及び河床に洗掘が現れる。水防林の伐採は水あたり箇所を移動させ、下流の河岸の侵食を招く。そこに水防林がある場合にはその部分が侵食され水防林が流されてしまう事がある。このためさらに被災部分が護岸化されることになり、このプロ

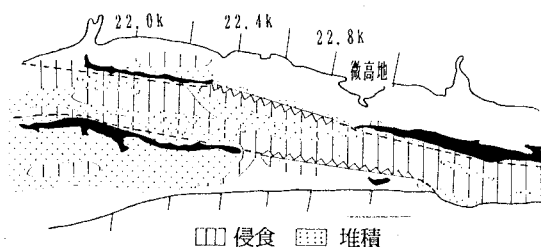


図-10 侵食・堆積平面分布図

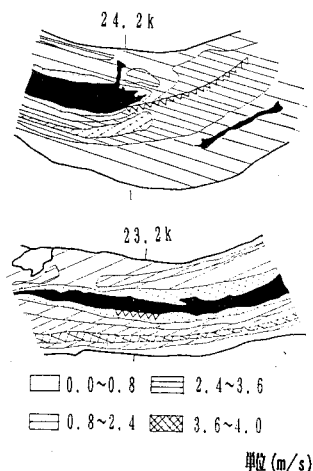


図-11 洪水流速平面分布図

セスが繰り返される事により、次第に水防林が護岸に替わっていく事が多い。

上流側水防林が伐採されそこに護岸が施工される。

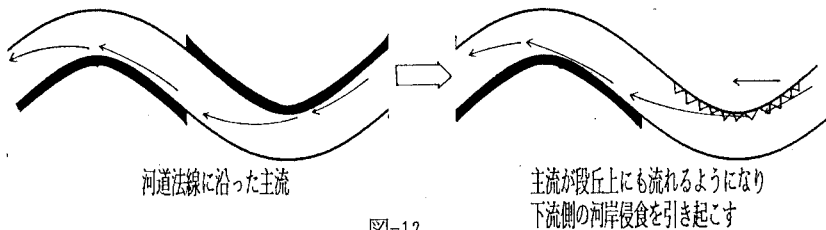


図-12

## 8 結論

江の川水防林について検討した結果、以下の点が明らかとなった。

- 1 水防林は洪水時の粗度要素として働き、洪水位を上昇させる。水防林を伐採し、護岸を施工した区間では、洪水位のせき上げは解消し河川の治水安全度が增大する。
- 2 段丘に乗り上げるような大規模な出水では、水防林の伐採は洪水流の流れを変化させ下流側の水防林及び河岸段丘の地表面の侵食を引き起こす傾向がある。
- 3 河岸から段丘上横断方向に延びる水防林は、洪水流速を低減する効果が大きい。
- 4 水防林を残しながら水防林前面に護岸を設置している場合と、水防林のみの場合を比較すると、河岸での流速は両者ほぼ同じである。このことから、護岸を必要とする場合も洪水位のせき上げに十分注意し、可能な範囲で水防林を残しながら護岸を設置する工法の採用が望まれる。

## 9 今後の課題

江の川は無堤地区が連なり、長年にわたる度重なる洪水により無堤地区の氾濫、弱小堤防部分での越水、破堤に悩まされ続けている。このことから、江の川では早期に堅固な堤防整備が望まれているが、流域全体の集落について無堤部をすべて解消するには長期を要する。このため強大な洪水の作用から河岸段丘を早急に保護する必要がある場合には、治水上可能な範囲で水防林を残し、その前面に護岸を設置するのがよいであろう。S58年洪水時には径の細い竹林よりも、径が10cm程度の太い竹林が水防林としての効果が大きかった事が報告されている。現在では、竹の径が5cmと細く、しかも生育密度が高い竹林がほとんどを占めるようになり、水防林としての効果が小さくなっている。これは、江の川水防林の多くが民地に存在し、竹の経済価値が減ずるにつれて水防林の管理（間引き、下草の除去、施肥など）が行き届かなくなってきたためである。このため、治水及び環境の立場から最適な水防林の配置、延長、幅を明らかにした上で洪水流の緩衝林として重要な役割を果たしている水防林を可能な範囲で民地から官地へ転換し、水防林の適切な管理が出来る体制をつくる必要があろう。これによって、水防林が効果的に作用する密度、高さなどを確保出来るようになる。

## 参考文献

- (1) 建設省土木研究所：土木研究所資料 水害防備林調査 pp2～pp8 1987
- (2) 建設省中国地方建設局浜田工事事務所、アジア航測株式会社：江の川洪水流量化業務解析報告書 1984
- (3) 建設省中国地方建設局浜田工事事務所：30年のあゆみ pp275～pp334 1993