

# 荒川下流ヨシ原保全における航走波の影響について

## The effect of ship waves on the conservation of reed fields along the lower Ara River

研究 第三部 主任研究員 高崎 忠勝  
研究 第三部 部 長 大嶋 吉雄  
研究 第三部 主任研究員 市川 義隆

一級河川荒川の下流域では市民と行政が一体となって策定した荒川将来像計画において水際線の多自然化を進める整備方針が示され、水際に存在するヨシ原の保全に取り組んでいる。一方で、河川舟運の見直しにより地震等の災害時の復旧資機材や緊急物資の輸送対策、また観光・遊覧を目的として、荒川における舟航の活発化が期待されている。船舶の航行に際して生じる波浪により水際のヨシ原は大きな影響を受けるので、船舶の航行と水際のヨシ原保全を両立させることが課題となっている。

ヨシ原の生育環境、船舶と航走波の関係、ヨシ原保全に向けた消波施設の効果等について、既存のヨシ原及び試験的に設置した消波施設を対象に継続的な調査を行い、ヨシ原衰退の原因、ヨシの生育に適した土壌の条件、ヨシ原保全に向けた消波施設の消波効果について知見を得たので報告する。

**キーワード：ヨシ原、航走波、消波**

In an area along the lower reaches of the Ara River (Class A river), a river improvement policy aiming for a near-natural shoreline, based on a vision for the Ara River drawn up jointly by citizens and the government, has been indicated, and efforts are underway to conserve the reed fields along the shoreline. As river navigation increased, navigation procedures for the Ara River have been formulated in order to use the river as a means of transportation of materials and equipment for post-quake rehabilitation and emergency supplies and as a living space. A challenge, therefore, is to make it possible to use the river for navigation and at the same time conserve the reed fields growing along the shoreline.

Existing reed fields and wave-absorbing works installed for testing purposes were observed on a continual basis to investigate the growing environment of reeds, the relationship between ships and ship waves, and the effectiveness of wave-absorbing works in protecting reed fields. This paper reports the findings from the observation mentioned above including the cause of the decline of reed fields, conditions favorable to the growth of reeds, and the effectiveness of wave-absorbing works designed to protect the reed fields.

**Key words : reed field, ship wave, wave absorption**

## 1. はじめに

一級河川荒川の下流域では市民と行政が一体となって策定した荒川将来像計画において水際線の多自然化を進める整備方針が示され、水際に存在するヨシ原の保全に取り組んでいる。一方で、河川舟運への期待から震災後の復旧資機材や緊急物資の輸送対策、また観光・遊覧等を目的として舟航の見直しと活性化が進められている。

荒川下流域では水際のヨシ原が減衰しているが、その原因のひとつとして船舶の航行により発生する波（以下、航走波）の影響がみられることから、船舶の航行と水際のヨシ原保全を両立させることが重要な課題となっている。このため、ヨシ原の生育環境、船舶と航走波の関係、ヨシ原保全に向けた消波施設の効果等について、既存のヨシ原及び試験的に設置した消波施設を対象に国土交通省荒川下流河川事務所の指導の下に継続的な調査を行ってきた。ヨシ原の衰退原因、ヨシの生育環境、消波施設の効果について現在までかなりの知見を得られたのでここに報告する。

## 2. 調査地点の概要

荒川の下流部は、首都圏を洪水や高潮から守るために明治44年に着工し昭和5年に完成した放水路である。ヨシ原の位置及び調査位置を図-1に示した。

四つ木右岸（写真-1）は、右岸8.45～9.10kmに位置し、旧高水敷に由来する細長いヨシ原である。従来の低水護岸は殆ど消滅し、杭だけとなっている。抽水帯は前面の約6mである。勾配は1：6と比較的きつく、基盤が砂質土で覆われている。



図-1 荒川下流域のヨシ原分布



写真-1 四つ木右岸の状況



写真-2 四つ木左岸の状況



写真-3 西新井左岸の状況



写真-4 西新井右岸の状況



写真-5 足立三日月ワンドの状況



写真-6 小松川地区の状況

四つ木左岸(写真-2)は、左岸8.50~9.10kmに位置し、グランドの前面に細長く存在する、抽水から半抽水性のヨシ原である。ヨシ原の前面には消波施設である柱列杭が設置されている。

西新井左岸(写真-3)は、左岸14.00~14.50kmに位置するヨシ原である。

西新井右岸は(写真-4)、右岸13.70~14.75kmに位置するヨシ原である。延長1kmを越え、ヤナギ、ヌルデ、オニグルミなどの樹木を混ぜるなど、多様なヨシ原環境を維持している。

足立三日月ワンドは(写真-5)、左岸12.30~12.45kmに位置し、自然保護区として保存されたヨシ原である。水際部が崖となっており寄州が付いているが、本報告ではその上に成立したヨシ原を対象としている。

小松川地区(写真-6)は、右岸3.75km付近に位置し、既設の護岸を撤去し、高水敷を掘り下げてマット覆土式の護岸により河岸の自然化を図った場所であり、消波施設として離岸堤を設置している。

### 3. ヨシ原の衰退の原因

#### 3-1 ヨシ原の状況

ヨシ原の先端位置に基準杭を設置し、その後の成長・後退の状況について基準杭とヨシ原先端位置の距離を測定した。また、ヨシ原位置の地盤高を測定した。

ヨシ原前面位置の変化について図-2に地盤高の変化について図-3に示した。

四つ木右岸は上流側が水衝部となっており、平成13年4月を頂点にして侵食傾向にあり、ヨシ原が縮小している。上流側のヨシ原は地上部が欠損し、広い面積で古株帯の状態となっている。また、高水敷から河岸方向にかけて約10cm程度の崖地が形成されつつある。汀線より高水敷側に生育するヨシ原についても、人為的圧力やゴミの投棄などにより縮小傾向にある。

四つ木左岸のヨシ原の変動は、春から夏にかけて出芽する新芽の成長に伴い、生育範囲を広げ、秋から冬にかけて衰退するという一般的な動態を示した。

西新井左岸は地上部の欠損が著しく、新芽の出芽数も減っている。ヨシ原の先端位置は後退しており、地盤高は、台風のあった平成13年9月と平成14年7月に上昇しているが、これ以外は徐々に低くなっている。

西新井右岸では測定開始の平成12年9月以降後退が続いており、大きいところでは、測定当初より約5m近く後退した。ヨシ原先端部に大きなギャップが頻繁に見られる。特に下流側で発達しており高さが約50cm程度であり、根系の露出が見られる。(写真-7)

足立三日月ワンドではヨシ地上部が欠損して作られる古株帯の幅が広がった。ヨシ原の先端位置は後退しており、地盤高も徐々に低くなっている。

#### 3-2 ヨシの生育と土壌

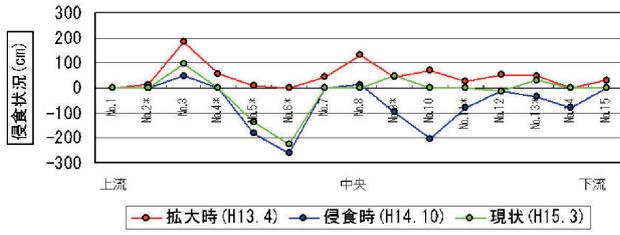
ヨシの生育と土壌の関係を把握するためヨシ原の基盤土壌を掘り、土壌と根茎の状況を確認すると共に、粒度組成と強熱減量を測定した。

四つ木左右岸と西新井右岸の土壌とヨシ根系の状況について図-4に示した。

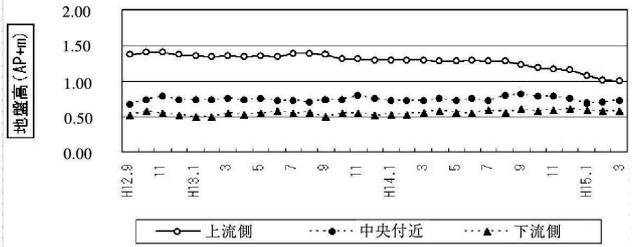


写真-7 根系の露出

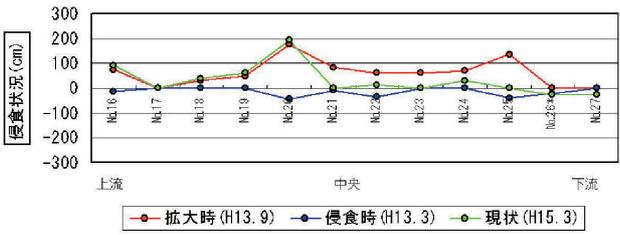
四つ木右岸



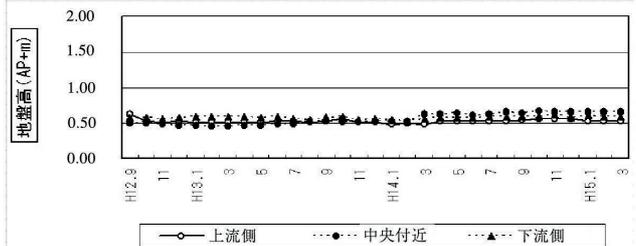
四つ木右岸



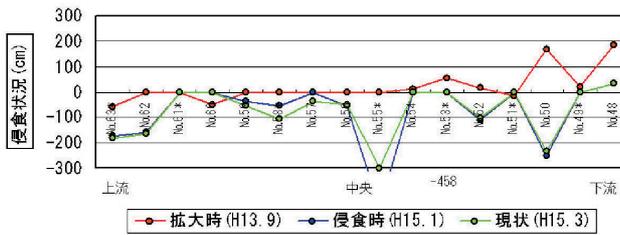
四つ木左岸



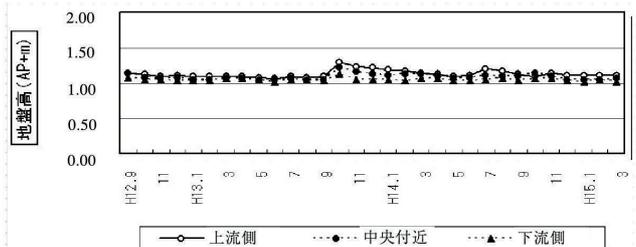
四つ木左岸



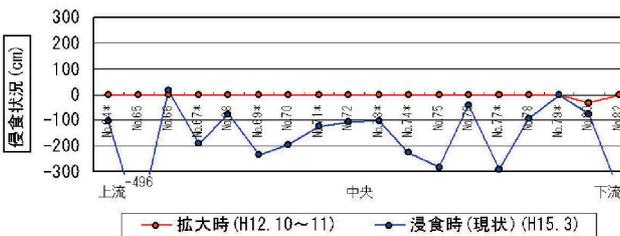
西新井左岸



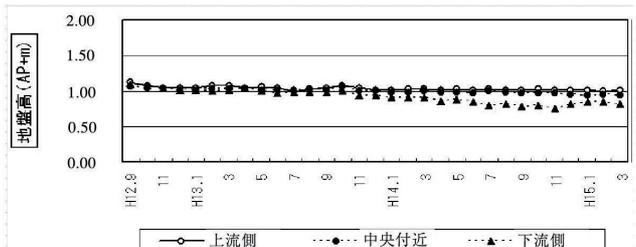
西新井左岸



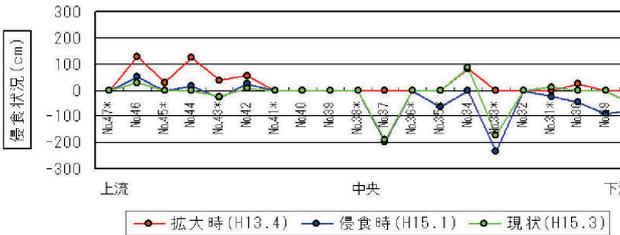
西新井右岸



西新井右岸



足立三日月ワンド



足立三日月ワンド

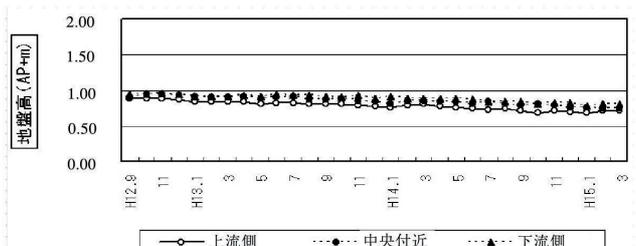


図-2 ヨシ原前面位置の変化

図-3 地盤高の変化

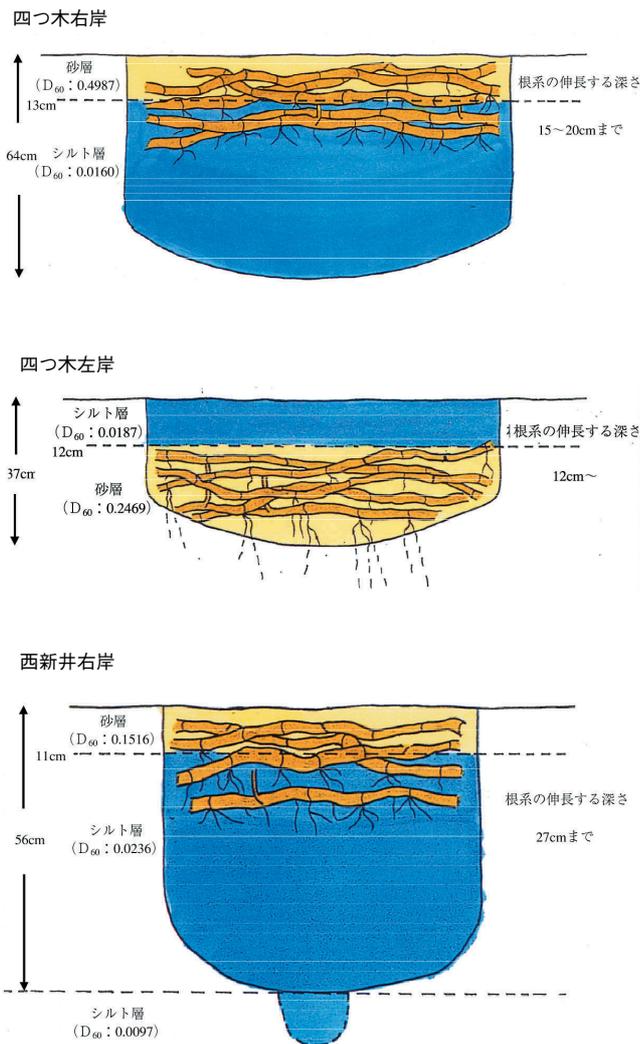


図-4 土壌とヨシ根系の状況

四つ木右岸の土壌は、表面に厚み13cmの砂層があり、その下に厚いシルト層が形成されている。ヨシ地下茎の大部分は、表面付近の砂層にあった。

四つ木左岸の土壌は、表面に水分を非常に多く含んだ厚み12cmのシルト層があり、その下に砂層が形成されている。表面のシルト層には根茎は見られず、シルト層の下の砂層に厚さ約20cmの地下茎が見られた。

西新井右岸の土壌は、比較的多くの水分を含んだ砂層が11cmあり、その下部に厚いシルトが形成されている。ヨシの地下茎は砂層からシルト層の上部にかけて約27cmの範囲を占めていた。

以上の3地点の他、根系の状況を調査した5地点の結果も踏まえて代表粒径と根系の有無について図-5、砂分・シルト分の含有率と根系の有無の関係について図-6、強熱減量と代表粒径による根系の有無について図-7に示した。

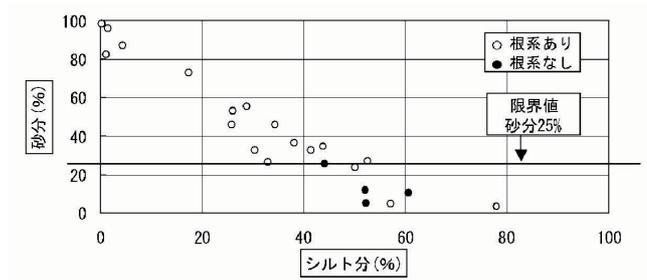


図-5 代表粒径と根系の有無

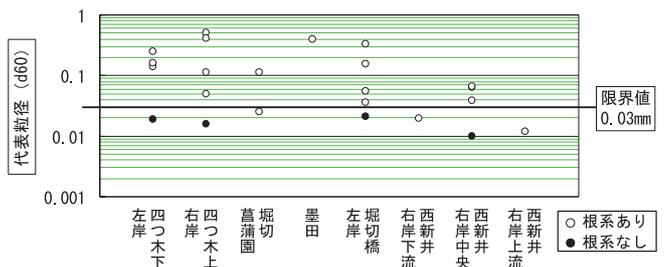


図-6 砂分・シルト分の含有率と根系の有無

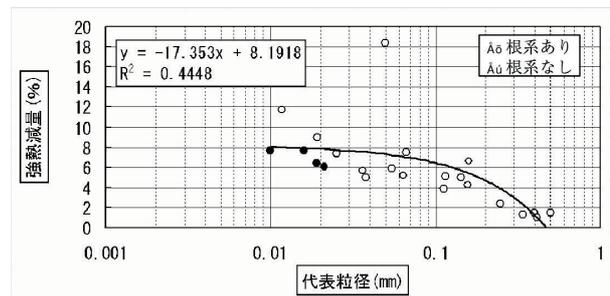


図-7 強熱減量と代表粒径による根系の有無

砂の含有率が25%以上の土壌においては、全てのサンプルで根系を確認したのに対して、砂の含有率が25%以下の土壌では、根系を確認できないサンプルが多かった。

代表粒径 (d60) が0.03mm以上の土壌においては、全てのサンプルで根系を確認したのに対して、代表粒径 (d60) が0.03mm未満の土壌では、根系を確認できないサンプルが多かった。

強熱減量は土壌の粒度組成との相関性が高く、粒径が小さいほど値が大きいという負の相関性が見られたが、根系の有無とは関係がみられなかった。

以上のことからヨシが生育に適した土壌条件としては、代表粒径 (d60) が0.03mm以上であること、砂の含有率が25%以上であることが挙げられる。

ヨシが生育に適した土壌が上層に薄くしか存在しない場所では、土砂の流失はヨシの生育に重大な影響を及ぼすものと考えられる。

### 3-3 洪水による影響

洪水によるヨシ原への影響を把握するため、平成13年8月23日（台風11号）及び平成13年9月11日（台風15号）に出水直後のヨシ原の状況を確認した。図-8にこのときの水位状況を示した。

四つ木右岸の状況について以下に述べる。台風11号による出水時には水位がA.P.+2.28mになり、通常の満潮時より40~50cm高く、川側の一段低い高水敷の水位が約30cmになった。枯死したヨシ等の漂着物がヨシ原内の一部に堆積したが、その後の調査においてヨシ原への影響は見られなかった。台風15号による出水時には水位がA.P.+2.85mになり、通常の満潮時より80~90cm高く、川側の一段低い高水敷の水位が約80cmになった。流木や枯死したヨシ等の漂着物がヨシ原内に堆積していた。（写真-8）

四つ木左岸の状況について以下に述べる。水位は四つ木右岸と同じである。台風11号による出水時にはヨシの倒伏及び土砂の流出等は見られなかった。台風15号による出水時にはヨシ原前面に若干の倒伏が見られた。

足立三日月ワンドの状況について以下に述べる。台風11号による出水時には水位がA.P.+2.45mになり、川側のやや低い高水敷が冠水し、前面に張り出したヨシ原の一部が水に浸かった。ヨシの倒伏及び土砂の流出等は見られなかった。台風15号による出水時には水位がA.P.+3.70mになり、川側のやや低い高水敷が冠水し、前面に張り出したヨシ原の一部が水に浸かった。土砂の流出等は見られなかったが、ヨシの倒伏が若干見られた。

西新井右岸の状況について以下に述べる。台風11号による出水時には水位がA.P.+2.45mになり、通常の満潮時より60~70cm高く、川側の一段低い高水敷の水位が約20cmになった。ヨシの倒伏及び土砂の流出等は見られなかった。台風15号による出水時には水位がA.P.+3.70mになり、高水敷はほぼ全面冠水し、水際部のヨシの倒伏が見られた。

西新井左岸の状況について以下に述べる。水位は西新井右岸と同じである。台風11号による出水時にはヨシの倒伏及び土砂の流出等は見られなかった。台風15号による出水時にはヨシ原前面に10~18cmの泥が堆積していた。前面のヨシに倒伏は見られなかったが冠水した高水敷でヨシの倒伏が見られた。

以上2回の出水によるヨシ原への影響を整理すると出水によるヨシ地盤の洗掘はなく、また、出水規模によっては漂着物の堆積やヨシの倒伏がおきることが確認できた。ヨシの倒伏は部分的であり、また、枯死後

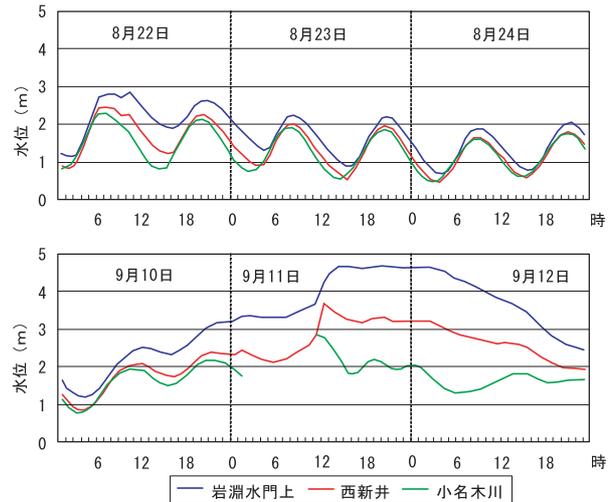


図-8 出水時の水位



写真-8 流木堆積状況

においても発芽時期の欠損を防ぐ機能を有することから、ヨシ原衰退には大きく寄与していないと考える。

図-9に四つ木地区と西新井地区の河道断面の経年変化を示した。洗掘されているのは満潮位以下の地盤であることがわかる。ヨシ原前面位置の後退及びヨシ原の地盤高の低下が継続していること、平成13年の台風と同規模以上の出水は毎年は起きてはいないことを考慮すると、荒川下流域のヨシ原の衰退に関して洪水の影響は小さいものと考えられる。

これまで、ヨシ原衰退の原因は、航走波と洪水による影響が考えられており、航走波の影響については大手らにより報告1)されている。今回の調査によって洪水による影響は小さいと考えられることから、荒川下流域のヨシ原衰退の原因は、主に航走波であることが確認できた。

### 3-4 ヨシ原の衰退防止に向けて

ヨシ原の衰退は、水際のヨシの根系付近の土壌が流失することによることから、これを防止することが必要である。

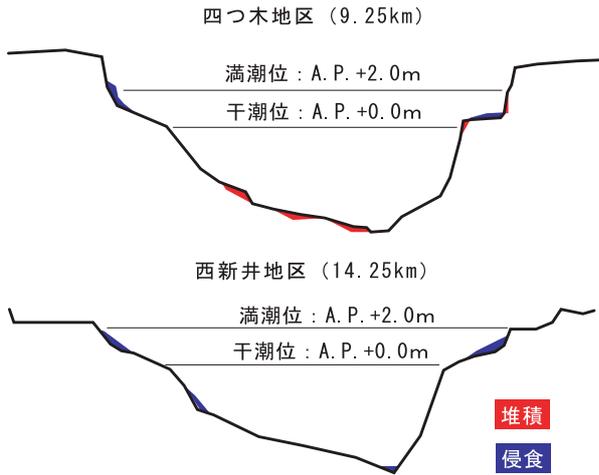


図-9 河道断面の経年変化

侵食傾向にあるヨシ原においては、出水時に土砂堆積がある以外は常時侵食傾向にある。ヨシ原の保全是、土砂の堆積・流失のバランスをあわせることが必要であり、そのための手法は積極的に土砂を供給する方法、航走波のエネルギーを小さくし土砂流失を防止する方法がある。

#### 4. 消波施設の消波効果

荒川下流域では、ヨシ原前面に消波施設を設け、航走波のエネルギーを小さくし土砂流失を防止することでヨシ原保全是を図ることとしている。

試験的に設置した離岸堤と柱列杭の2種類の形態の消波施設を用い、船舶航行時に施設の前後で波高を測定し、施設の消波機能を検証した。

##### 4-1 離岸堤

離岸堤（写真-9）は丸太で枠をつくり中に石を詰めたものである。大きさは幅2.0m×延長30m、天端高AP+1.1m、AP+1.4m、AP+1.7m、AP+2.0mの4種類を各1基設置した。

施設通過による波高の変化について図-10に示した。施設到達波高は消波施設前面における波高、波高透過率は施設到達波高と消波施設背面における波高の比である。天端高AP+1.1mの離岸堤では、計測値のばらつきが大きく波高透過率が100%を超えていることから、消波機能は期待できないものと考えられる。天端高がAP+1.4m、AP+1.7m、AP+2.0mの離岸堤については、天端高が高くなるほど波高透過率が小さくなっているが、施設到達波高が0.3m以上になると天端高の違いによる波高透過率の差は小さい。

河川水位と波高透過率の関係について図-11に示した。

天端高AP+1.4mの離岸堤では、河川水位がAP+1.45m以下では波高を約25%に落としているが、河川水位がAP+1.45m～AP+1.55mの範囲では、河川水位の上昇とともに透過率が増加し、河川水位がAP+1.55m以上になると消波機能は見られなかった。



写真-9 離岸堤

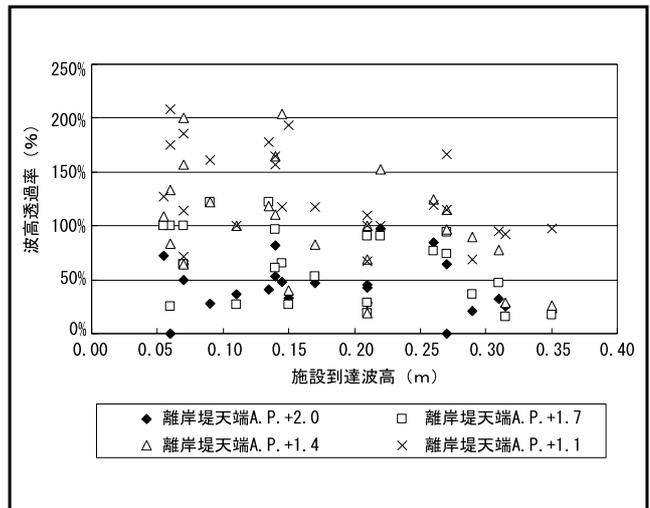


図-10 施設通過による波高の変化（離岸堤）

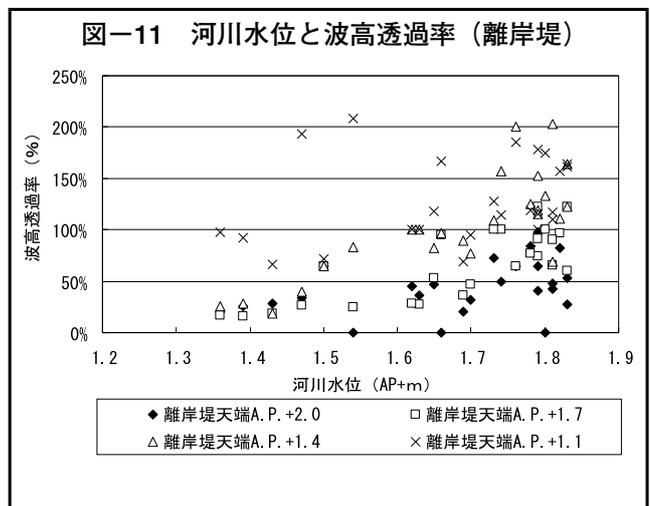


図-11 河川水位と波高透過率（離岸堤）

天端高 AP+1.7m の離岸堤では、河川水位が AP+1.65m 以下では波高を約25%に落としているが、河川水位が AP+1.65m~AP+1.75m の範囲では、河川水位の上昇とともに透過率が増大し、河川水位が AP+1.75m 以上になると消波機能は見られなかった。

天端高 AP+2.0m の離岸堤では、河川水位が AP+1.4m 以下では波高を約25%に落としているが、河川水位が AP+1.4m 以上になると河川水位の上昇とともに透過率が増加している。



写真-10 柱列杭

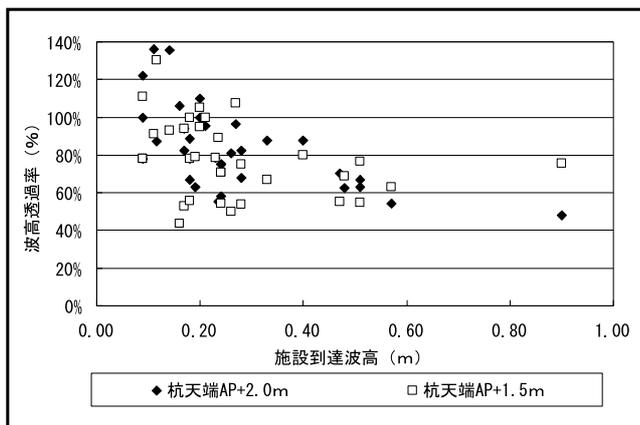


図-12 施設通過による波高の変化 (柱列杭)

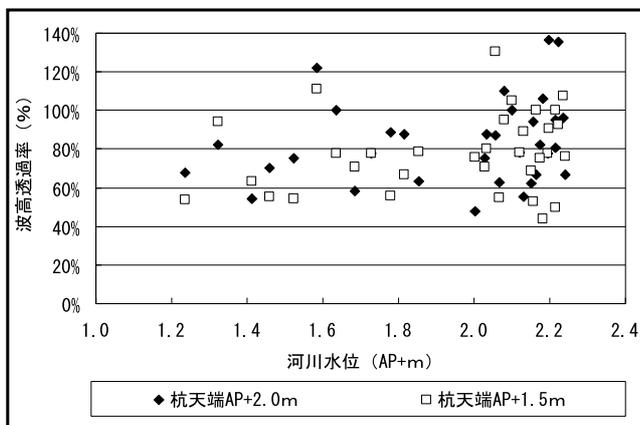


図-13 河川水位と波高透過率 (柱列杭)

以上のことから、離岸堤は天端高を河川水位に対して一定の高さを有することで、波高を約25%に落とす

ことができ、また、河川水位に対して高さが不足している場合には消波機能を有しないことが分かった。

## 4-2 柱列杭

柱列杭 (写真-10) は、直径18cm の松杭をヨシ原前面に直線上に打ち込んだものである。天端高 AP+1.5m と AP+2.0m の2種を設置した。調査地点の柱列杭間には隙間が確認できた。

施設通過による波高の変化について図-12に、河川水位と波高透過率の関係について図-13に示した。天端高の設定の違いによる波高透過率に大きな差は見られなかった。施設到達波高が高くなるほど波高透過率が小さくなる傾向が見られた。施設到達波高が0.2m 以下では消波機能を期待できないが、施設到達波高が0.5m 以上においては波高を7割程度に落とすことができる。また、河川水位に対しては AP+2.0m 以下であれば波高を7割程度に落とすことができるが、AP+2.0m 以上になると計測値にばらつきが大きくなり消波機能を期待できないものと考えられる。

以上のことから、柱列杭は河川水位に対して十分な高さを有することで、0.5m 以上の波高を有する航走波の波高を約7割に落とす機能があることが分かった。

## 5. まとめ

ヨシ原衰退の原因は航走波による水際の土壌流失であり、ヨシ原の保全には土砂の堆積・流失のバランスをあわせることが必要である。

ヨシの生育に適した土壌は、代表粒径 (d60) が0.03 mm 以上、砂の含有率が25%以上であり、こうした土壌が上層部に薄くした存在しないヨシ原については、土壌の流失に特に注意を要する。

消波施設は適切な天端高の設定により消波機能を発揮させることができ、離岸堤で約25%、柱列杭で約70%に波高を低減させることができる。

最後に、本研究を行うにあたり、ご指導・ご助言いただいた広島大学工学部の福岡捷二教授及び水工研究室の皆様へ感謝する次第である。

## 〈参考文献〉

- 1) 大手俊治・京才俊則・江上和也：荒川下流域における河岸植生 (ヨシ原) 保全の課題と対策、リバーフロント研究所報告第12号 (2001.10)
- 2) 田畑和寛・大手俊治・江上和也・平田真二・福岡捷二：荒川下流域におけるヨシ原の形成と保全のプロセス、河川技術論文集、第7巻 (2001.6)