



ヨシ群落の死滅と生存

山内克典*・古屋康則・足立 孝

はじめに

ヨシ群落は、多様な動物の生息の場であること、環境浄化作用の著しいことなどから、近年、その保全、復元がなされるようになった¹⁻⁴。「滋賀県琵琶湖のヨシ群落の保全に関する条例」が制定されたのは、河口堰運用開始より3年前の1992年のことである。長良川においては、ヨシ群落は干潟とともに感潮域の特徴的な景観を形成しており、オオヨシキリやチュウヒなどの鳥類の採餌や繁殖、稚魚や稚貝などの生育にとって重要な場所であることから、その保全が求められていた。

長良川河口堰が長良川感潮域に発達した広大なヨシ群落にどのような影響を及ぼすのか、この問題は堰運用前の重要な

論点の一つであった⁵⁻⁷。建設省・水資源開発公団(当時)は「ヨシ原は、浚渫、ブランケット工事、水深の関係で一部消失するが、ヨシ原の造成によって対処する」と説明した⁶。私たちは、ヨシはその生育が堰湛水域の水位調整区間であるT.P.(東京湾平均海水面標高)80-130cm内の地盤に限定されるようになる、つまり、ヨシは常時水没する地盤では死滅し、結局、川岸のところどころに線状に生き残るだけになると予測した。

私たちは、ヨシ群落の変化について、河口堰運用直後から調査を開始し、運用から約5年後に調査結果を報告した⁸。この間にヨシ群落の半分以上が消失しており、さらに、残存しているヨシ群落も衰退傾向にあった。一方、建設省中部地方建設局・水資源開発公団中部支社(当

* 連絡先：〒501-2101 山県市大桑 1029-2 mail: k.m.yamauchi@ccy.ne.jp

時)のモニタリング調査では、ヨシ群落の衰退が一部において認められるという結果であった⁹⁾。この時点ではヨシはT.P. 80 cmより低い地盤においても健全に生育していた。河口堰運用後15年が経過した2010年現在、長良川のヨシ群落はどの程度まで衰退したのだろうか？私たちの予測は間違っていたのだろうか？ここでは、私たちの最近の調査報告書¹⁰⁾から多くを援用して、ヨシ群落の衰退過程を記述し、ヨシ死滅の要因および生態系への影響について考察する。

調査方法

国土地理院の空中写真(2002年撮影、一部については2000年撮影のものも使用した)と2005年10月に行った現地調査にもとづいて、2002年におけるヨシ群落の面積を推定し、1994年当時の現存植生図¹¹⁾から推定したヨシ群落面積と比較した。2005年の現地調査では、河口堰から14 km地点まで(調査地点は河口からの距離で示す)ボートから川岸のヨシ群落を観察した。また、河川敷のヨシ群落については、徒歩で観察した。陸上部のヨシ群落については空中写真から判断することは困難であったので、2005年の現地調査の結果をそのまま2002年当時のヨシ群落の状況とした。

河口堰運用後、断続的に行ってきたヨシ群落の密度調査と生育状況の観察にもとづいて、ヨシ群落の衰退過程について考察した。6-7 km地点右岸において、岸から5 m毎に水深を測り、各5 m間で5 m × 0.5 mの方形枠内のヨシ茎数を数え、ヨシ密度を算出した。9 km地点および9.7 km地点では、2 m毎に水深を測り、各区間2 m × 0.5 m内の密度を測定した。生育状況を生育地盤の標高に留意して、断続的に定点観察をすること

で記録した。

2007年9月から12月に、生育地盤の標高(水深)とヨシの生育状況について河口堰(5.4 km地点)から12.5 km地点間の10地点を調査した。各地盤の標高を調査時の水面標高を基準にして測定した。なお、調査時の水面標高は河口堰閘門および船頭平閘門(12 km地点)に設置されている国土交通省の水位計から読み取った値とした。河口堰運用後、ほとんど変化しなかった12.5 km地点左岸のヨシ群落の調査を2007年9月27日および10月11日に行った。調査には、2本のセンサス・ラインを設定し、5 mごとに水深を測定し地盤高を求め、生育している植物を記録した。水面の標高は船頭平閘門の水位計から読み取った値とした。

ヨシ群落の衰退過程

河口堰運用開始から2002年までの7年間に起きたヨシ群落の全体的な変化について述べる。伊勢大橋から長良川大橋間(約8 km)のヨシ群落の面積は、1994年当時は34.4 ha、2002年は3.8 haと推定された(図1、2に調査結果の一部を示す)(山内らの原報告¹⁰⁾では1994年のヨシ群落面積は42.5 haとされたが、34.4 haの間違いである)。この区域では7年間でヨシ群落の約9割が消滅したことになる。

ヨシ群落は長良川河口堰湛水域においてどの場所でも例外なく衰退したが、ここでは、観察を集中的に行った右岸6-7 km地点および9 km地点の群落を中心に述べる。まず、図3、4を見てほしい。両地点とも、運用後3年間でヨシ群落は急激に衰退していったことが分かる。ヨシ群落の衰退過程は、端的に「面から線へ、線から点へ、そして消滅」と表現で

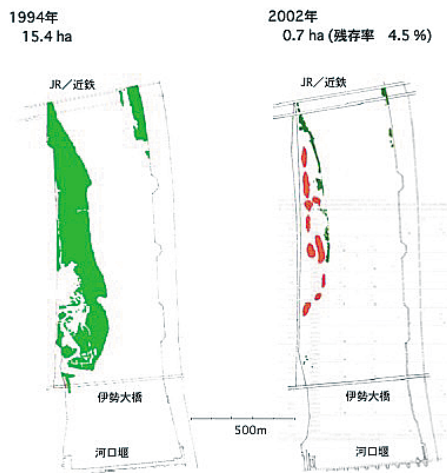


図1．長良川河口堰湛水域におけるヨシ群落の変化. 1.
 緑部分がヨシ原. 2002年のオレンジ部分は国土交通省・水資源機構によるヨシ植栽造成中州. 植栽地のヨシ群落面積は2002年のヨシ群落面積の推定値に含まれていない. 山内ら(2010)¹⁰⁾より転載.

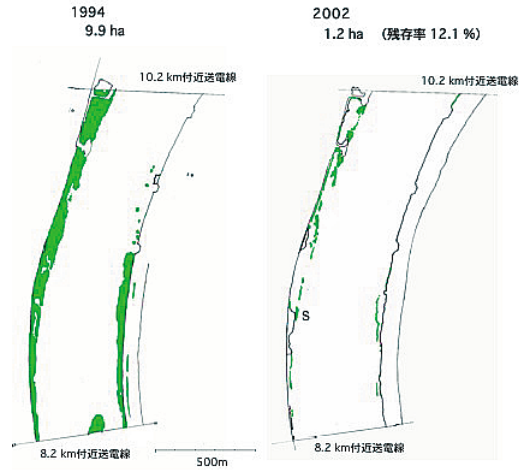


図2．長良川河口堰湛水域におけるヨシ群落の変化. 2.
 s: 9 km 地点塩分観測所. 山内ら(2010)¹⁰⁾より転載.

きる。まず、川岸一帯に生育していたヨシ群落は概ねその中央部から死滅し、川岸と、それに平行して発達した川側の寄州、すなわち水面より少し高い陸地と水深のごく浅い地盤に線状に残った(図1-5)。特殊なケースとして、川側の地盤が浚渫された伊勢大橋 - 近鉄関西線鉄橋間のヨシ群落は、浚渫面にそって川中に線状に残った。その理由については後で説明する。つぎに、線状のヨシ群落は次第に衰退し、点状に残った。それらの様子は図7～9に見ることができる。そして、多くの地点でヨシ群落は消滅していったのである。

同じ水深でも、地盤が平坦なところでは、周囲に深い水深の河床をもつ地盤に比べて早く死滅した。平坦な地盤のヨシでは地下茎や根が地中から露出していないのに対して、浚渫区域で川の流に面したヨシでは地下茎や根を水中に露出していた(図6)。浚渫部に面した地盤や畝状地盤のヨシ群落は比較的長い間生残した。このようにして、湛水域のヨシ群落

は、どの地点においてもほぼ例外なく衰退していった。例外的に堰運用前の状態のままほとんど変化なく保たれている場所が12.5 km 地点左岸に見られた(図12, 14)。この12.5 km 地点のヨシ群落については次項で詳しく述べる。

山内ら⁸⁾が以前報告した長良川右岸6.7 km、6.8 km 地点、および本報告の6.6 km 地点の残存ヨシ群落(地盤高T.P. 40-70 cm)は2007年までにすべて消滅した。9 km 地点の残存ヨシ群落も線から点へと衰退しつつある(図4, 7, 8)。なお、図5に示した9.7 km 地点のヨシ群落については、途中で土盛りがなされたため、観察を中止した。

長良川河口堰湛水域のヨシ群落は、堰運用後7年間でその面積の約9割が消失したが、2010年現在もなお、多くの地点で衰退過程のヨシ群落が認められる。

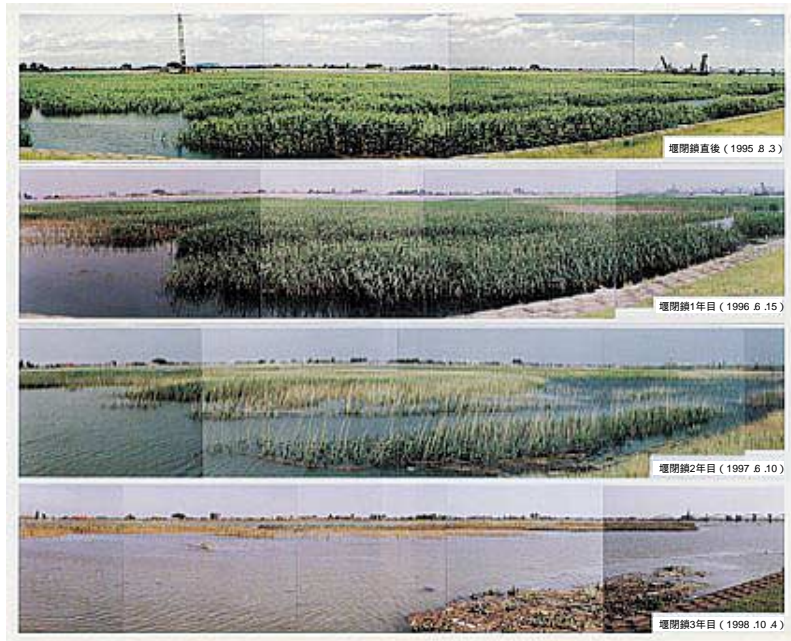


図3．長良川右岸河口堰上流約1 km 地点におけるヨシ原の変化．
山内ら（1999 年）より転載．

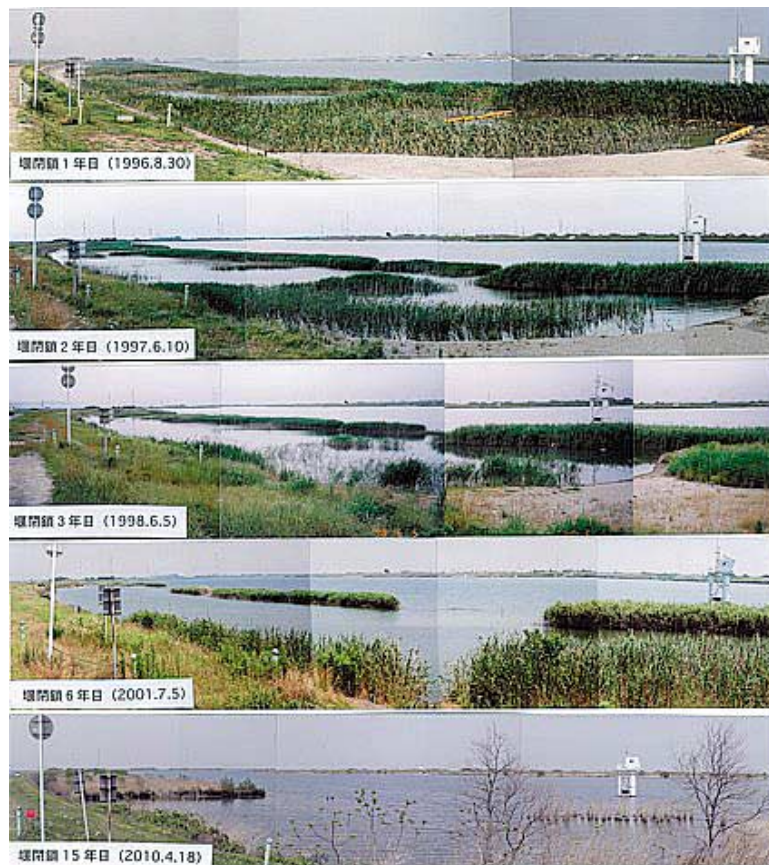


図4．長良川右岸9 km 地点におけるヨシ原の変化．

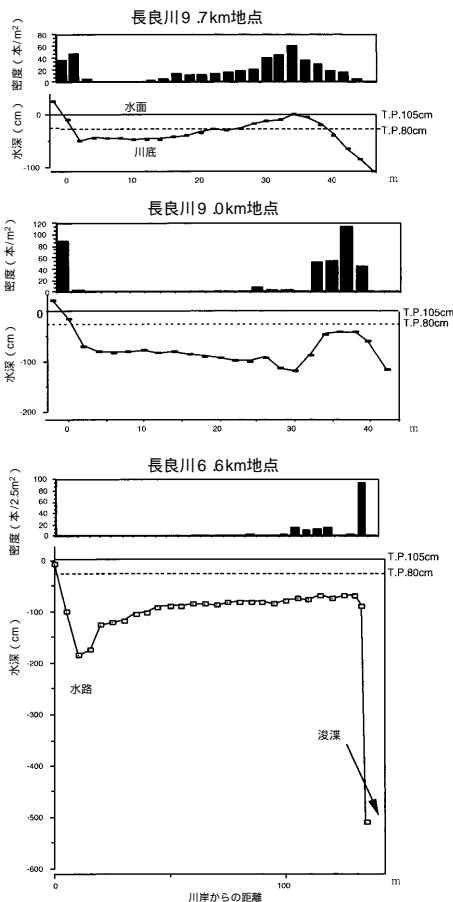


図5 . 1999年7月2日の長良川右岸3地点におけるヨシ密度 . 3調査地とも、河口堰運用前はヨシ群落に被われていた(図1,2参照).水深は水位調整区間の中間点T.P.105cmを0として示した.山内ら(2010)¹⁰より転載.

ヨシの生存と生育地盤の水位

まず、2007年12月21日の観察結果について述べる。調査開始時の河口堰開門の水位計はちょうどT.P.80cmの水位を示していた。終了時の水位もちょうどT.P.80cm。偶然ではあったが、この日の河口堰地点は水位調整区間の最低水位T.P.80cmを保っていた。河口堰より上流では水位がT.P.80cm以下ということはありえない。この日は私たちの仮説の当否を判定する上でまたとない好



図6 . 6.6 km 地点右岸のヨシ残存地の川側浅渚部のヨシ根元部分(1999.7.30,出水後堰ゲート開放時).地下茎,根が水中に露出していることが分かる.根茎マットは強固であり,地盤の保護に大きな役割を果たしている.ヨシ根元の貝類はカワヒバリガイ.



図7 . 9 km 右岸ヨシ密度調査地点(図4,5)の残存ヨシ群落(2007.1.30).山内ら(2010)¹⁰より転載.

機会となった。ヨシ群落の生育地盤が水面より高いかどうかを見定めればよいのである。

私たちは6.9 kmから7 kmの右岸2地点と左岸2地点、7.5 kmの左岸1地点、9 kmの右岸1地点と左岸1地点、10 kmの右岸1地点、11 kmの右岸1地点、12.5 kmの左岸1地点の合計10地点で調査した。結果は、10観察地点すべてにおいて、ヨシ群落はT.P.80cm以上の地盤に生育していた。調査時は水位が低かったために、ヨシの根元部分を直接観



図 8 . 右岸 9 km 地点の“点状”ヨシ群落(2007 . 12 21 . 水面高 : T P 81 cm) . 河口堰運用前はヨシが密生していた場所 (図 2 , 4 , 5 参照) . ヨシ生育地盤は水面より上にあっただことがわかる . 周囲のヨシが死滅後に根茎が腐り , もろくなった地盤が洗掘されて , このような状態になったと考えられる . 山内ら (2010)¹⁰⁾より転載 .



図 10 . 右岸 6.9 km 地点本流側に“点状”に分布するヨシの小群落 . 河口堰運用前はヨシが密生していた場所 . ヨシ生育地盤は水面 (T P 80 cm) より上にあることがわかる . 周囲のヨシが死滅後 , 地盤が洗掘されてこのような状態になったと考えられる (2007 . 12 21 . 水面標高 : T P 80 cm) . 山内ら (2010)¹⁰⁾より転載 .



図 9 . 左岸 7.5 km 地点本流側の“点状”に分布するヨシの小群落 . 周囲の地盤がヨシ死滅後に洗掘されて , このような状態になったと考えられる (2007 . 12 21 . 水面標高 : T P 80 cm) .



図 11 . 長良川右岸 10 km 地点のヨシ群落(2007 . 12 21 水面標高 : T P 81 cm) . ヨシ群落内に死滅したヨシの痕跡が水面上の“小地盤”に見られる . それらの周囲の地盤が低いのは , 本来の地盤がヨシ死滅後に洗掘されたためと考えられる .

察することが出来た。そして、それまでの調査でまったく気づかなかった重要な発見があった。点状に衰退したヨシ群落は一見して水深約 20-40 cm (T.P. 60-40 cm) の地盤に生育しているように見える (図 8-10) しかし、ヨシの根元部分を見ると、水面より高い“小地盤”上に生育していることが分かる。これらの群落はもともと T.P. 80 cm 以上の“小地盤”と同レベルの平坦な地盤に生育していたものであり、おそらく、周囲のヨシが死滅した後で、根茎が腐ってもろく

なった地盤が洗掘されて、このような状態になったと考えられる。このことはヨシが河川縁辺部の地盤を保護する役割を果たしていることを示している。

点状のヨシ群落生育地盤の高さは、ヨシ株間を計測した場合、本来の生育地盤高でなく、洗掘されて低くなった地盤を見ていることになる。図 8 に示した 9 km 地点の点状ヨシ群落の地盤高は株間で計測したところ平均 T.P. 52.7 cm であった。同様に、7.5 km 地点左岸では (図 9) 平均地盤高は T.P. 41.0 cm、6.9



図 12 . 河口堰運用後ほとんど変化のなかった左岸 12.5 km 地点のヨシ群落 (2007.9.27). 山内ら (2010)¹⁰⁾より転載 .



図 13 . 12.5 km 地点ヨシ群落内でヨシの死滅した箇所 地盤高:T.P.78 ~ 84 cm (2007.9.27). 山内ら (2010)¹⁰⁾より転載 .

km 地点右岸のヨシ群落 (図 10) では平均地盤高は T.P. 62.5 cm であった。比較的良好に生育しているように見えるヨシ群落においても、部分的にヨシが死滅したとき、地盤が洗掘され、地盤高が低下することがある (図 11)。したがって、根元部分が見えない状態で水上からヨシ群落の生育地盤高を測定する場合、本来の地盤高を把握するための特別な工夫が必要であることが分かった。

河口堰運用後も良好な状態が続いている 12.5 km 地点左岸のヨシ群落 (図 12) の調査は、2007 年 9 月 27 日と 10 月 11 日に行われた。調査時の船頭平における水位はそれぞれ T.P. 145 cm および T.P. 126 cm であった。2 本のラインセ

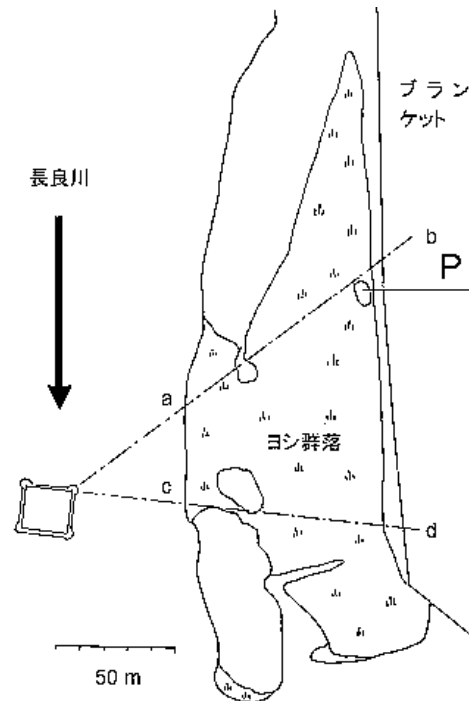


図 14 . 左岸 12.5 km 地点のヨシ群落分布図 . a - b 線上 , c - d 線上でそれぞれ 5 m ごとに水深を測定し、ヨシの生育地盤高を求めた . 2007 年 9 月 27 日および 10 月 11 日の調査時の水面標高はそれぞれ T.P.145 cm および T.P. 126 cm . ヨシが生育していた地盤高は T.P. 97 ~ 127 cm P はヨシが死滅した箇所で、地盤高は T.P. 78 ~ 84 cm であった . 山内ら (2010)¹⁰⁾より転載 .

ンサスにおいて、ヨシの生育地盤高は T.P. 97-127 cm の範囲にあった。T.P. 116 cm 以上、とくに T.P. 130 cm 以上の地盤には、ゴキヅル、セイタカアワダチソウ、オギ、ノイバラ、メダケ、ヤナギ類などの植物が生育していた。一方、T.P. 78-84 cm の比較的低い地盤で植物が生育していない場所が見られた (図 13, 14)。腐朽したヨシの茎が残存していたので、ヨシが死滅した跡であることは間違いない。

12.5 km 地点の調査結果は、水位が水位調節区間の中程度に位置する地盤において、すなわち水没と陸地化を相対的に頻りに繰り返す地盤においてヨシは良好に生育することを示した。

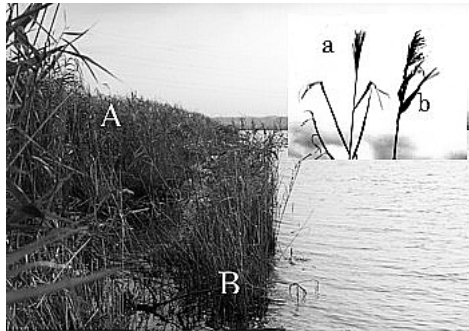


図 15 .長良川 11 km 地点左岸のヨシ植栽地 (1999 年秋).

建設省・水資源開発公団によって造成されたヨシ植栽地は、当初ヨシがよく繁茂していたが、1999 年には河川敷のヨシはセイタカアワダチソウの混入したオギ群落に交代していた(A,a). ヨシは水際に 1-2 m 幅で線状に残っていた (B, b).

山内ら (2010)¹⁰⁾より転載.



図 16 . 伊勢大橋-近鉄鉄橋間に造成されたヨシ植栽中州.

上: 1999 年 5 月 7 日, 中州造成中. 中: 2001 年 7 月 5 日, 下: 2007 年 10 月 23 日. 1999 年に造成されたヨシ植栽造成中州は、当初ヨシがよく繁茂していたが、現在中州中央部はセイタカアワダチソウ、オギ、ヤナギ類等によって占められ、ヨシは中州の周囲に約 1 m 幅で残っている.

国土交通省によるヨシ植栽

建設省・水資源開発公団(当時)によって 11 km 地点左岸にもうけられた幅約 20 m 長さ 300 m のヨシ植栽地¹¹⁾は、当初ヨシがよく繁茂したが¹²⁾、私たちが 1999 年に観察した時点では、ヨシは水際に幅約 1-2 m で線状に残っているだけで、陸側はオギとセイタカアワダチソウに被われていた(図 15)。なお、国土交通省・水資源機構は、「ヨシが順調に定着・生育したことから」本ヨシ植栽地の調査を 1997 年度で終了させたとしている¹³⁾。

1999 年から造成され始めた伊勢大橋近鉄鉄橋間のヨシ植栽造成中州も当初はヨシがよく繁茂していた¹⁴⁾。現在まで 14 の中州が造成されているが、中央部はセイタカアワダチソウ、オギ、ヤナギ等に占められ、ヨシは中州の周囲に幅約 1 m で残っているにすぎない(図 16)。2007 年 12 月 21 日の調査では、中州のヨシは T.P. 80 cm より低い地盤では生育していなかった。また、中央部の地盤高は T.P. 150 cm 程度とされているので、

ヨシの生育に良好とされる地下水位 20 cm 程度であっても、他植物との競争では負けてしまうことが明瞭に示された。ヨシ造成中州と 11 km 地点のヨシ植栽地の植物群落の調査は、事業者によって継続・実施され、結果が公表される必要がある。そうでなければ、例えばヨシ植栽の失敗例が成功例とされるような誤った情報が流布することになりかねない。

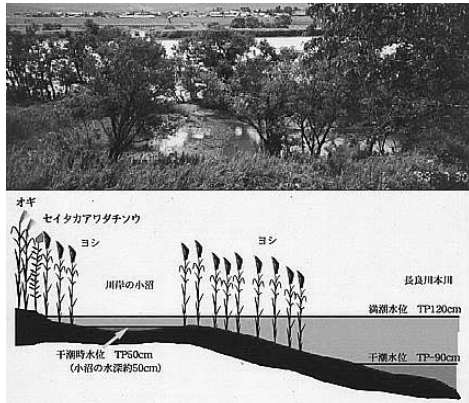


図 17 河口から 24.5 km 地点左岸の小沼。河口堰運用前は満潮時に冠水するため、小沼の水が溢れることはなかった。周囲にはヨシが生育していたが、常時水没している小沼内にヨシは生育していなかった。上:1999.7.30 出水後河口堰ゲート開放時、小沼周囲のヨシ群落は死滅し、腐朽した茎の根元部分が残存していた。下:河口堰運用前のヨシ分布模式図。山内ら(2010)¹⁰⁾より転載。

影響予測と死滅要因の検討

ヨシ群落の死滅原因を明らかにすることは今後のヨシ群落保全を考える上で極めて重要である。河口堰建設当時のヨシ生存条件に関する一般的理解は、「ヨシの生育環境としての水位は、水深約 2 m から、地下水位約 1 m までであり、水深約 50 cm から地下水位 20 cm の間でよく繁茂する。地下茎には通気組織がよく発達しており、地上部の葉や茎、あるいは枯死した茎を通して根茎へ大気中の酸素が送られていくため、ヨシは湛水条件下での還元状態にある土壤にも十分生育することができる¹⁵⁾」ということであったと思われる。したがって、工事や水位の関係で一部のヨシに影響が出るもののその程度は小さいという予想とともに⁶⁾、いっぽうでは、堰上流湛水域でヨシ群落は拡大するとも考えられていた⁵⁾。私たちは、長良川においてヨシ群落が潮間帯に分布している事実、特殊な立地条件下でのヨシの分布状況の観察(図 17、建設省・水資源開発公団¹¹⁾の現存植生

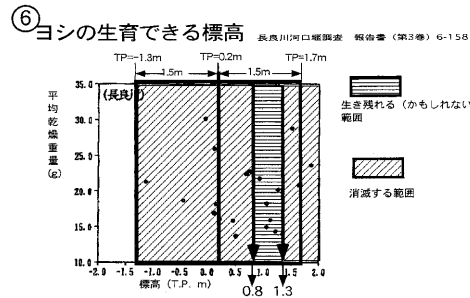


図 18 ヨシの生存に関する私たちの仮説。河口堰運用後長良川河口堰湛水域のヨシ群落は T.P. 80-130 cm (水位調整区間)の地盤にのみ生存できるという仮説を立て(新しい対話 - 長良川監視委員会 vs 建設省 - 第 3 回 in 桑名, 1996. 2. 17, における粕谷志郎発表資料)河口堰湛水域のヨシ群落は川岸のところどころに線状に残存するだけになると予測した⁷⁾。

図 16 も参照のこと) 岐阜大学自然保存地におけるヨシ群落の衰退過程の観察(急速にセイタカアワダチソウなどの他種植物に交代した)などにもとづいて、「河口堰運用後には湛水域のヨシ群落は T.P. 80-130 cm (水位調整区間)の地盤にのみ生存できる」という仮説を立て(図 18、「新しい対話 - 長良川監視委員会 vs 建設省 - 第 3 回 in 桑名, 1996. 2. 17」における粕谷志郎 発表資料)河口堰湛水域のヨシ群落は川岸のところどころに線状に残存するだけだろうと予測した⁷⁾。

長良川河口堰湛水域におけるヨシの生存条件は建設当時の一般的知見に比べてはるかに厳しいものであった。第 1 に、ブランケット上のヨシ群落は衰退し、セイタカアワダチソウやオギなどの植物群落に交代した。つまり、実際の生存条件として、生理的条件のみならず生態的条件(競争種との関係)がきわめて重要であることを示した。国土交通省のヨシ植栽地および造成中州におけるヨシ群落の他植物群落への急激な交代は、このこと

を明瞭に示した典型的な事例と言える。

水深との関係では、私たちが調査した 6.6 km、6.7 km、6.8 km 地点のヨシ群落（地盤高 T.P. -20-70 cm）は、概ね水深の深い地盤のものから浅い地盤のものへと経年的に死滅し、2005 年までにすべて消滅した。

2007 年 12 月 21 日の調査は、長良川河口堰湛水域では T.P. 80 cm より低い地盤、つまり常時水没している地盤のヨシ群落は、河口堰運用後 12 年間でほとんどすべて死滅したことを明らかにした。T.P. 80 cm より高い地盤におけるヨシ死滅は、陸地化の頻度が少なければ常時水没しなくとも死滅を引き起こすことを示唆する。結局、ヨシへの影響に関する私たちの予測は妥当であったことが実証されたと言える。ヨシ群落は多くの地点で現在も衰退傾向にあり、近い将来、ヨシ群落は T.P. 85 cm ないし T.P. 90 cm 以上、T.P. 130 cm 以下の地盤に限定されていく可能性がある。

ヨシ死滅の直接的原因については、水中の葉の腐朽、根腐れなどが指摘されたが⁸⁾、ここではいわゆる根腐れについて再度ふれておきたい。河口堰運用前の長良川下流域は汽水域であり、ヨシ群落には多毛類やカニ類の巣穴が高密度で地中深くまで分布していた。干潮時には空気が、満潮時には酸素を含んだ新鮮な水が地中深くまで容易に進入できた。堰運用後は多毛類・カニ類は死滅し、巣穴も泥によって埋められた。地下への酸素供給はほとんどなくなり、還元状態になった可能性がある。このような状況下で、平坦な地盤のヨシの地下茎や根は呼吸困難になり、根腐れをおこしたのではないだろうか。いっぽう、浚渫区で川の流れて面した地盤では、地下茎や根が水中に露出し水中の酸素を直接吸収できるために、根腐れがおこりにくかったと考える

ことができる。また、比較的遅くまでヨシが生残していたパッチ状・畝状で周囲の水深が深い地盤では、泥の堆積が少ないため巣穴の埋没程度が小さく、巣穴に接した地下茎や根が水中の酸素を吸収できるために、根腐れの進行が遅かったと考えることができる。いずれにしても、ヨシの通気組織は、以前考えられていたほど大きな機能を果たしていないと考えられる。

ヨシ群落減少の影響

ヨシ群落の激減は長良川下流域の生態系に大きな影響を及ぼした。第 1 に、環境浄化作用の低下である。ヨシが水中の栄養塩類を除去することによって、水域の環境浄化に大きな役割を果たしていることは多くの研究によって明らかにされている¹⁵⁻¹⁸⁾。堰運用後に失われた 30.6 ha（山内らの原報告¹⁰⁾では 38.7 ha とされたが、30.6 ha の誤りである。吸収される窒素、リンの値も間違った値が記されている）のヨシ群落はどれほどの浄化能力を持っていたであろうか。水中からのヨシの栄養塩類吸収を、窒素 24 g/m²/年、リン 2.4 g/m²/年とすると¹⁵⁾、窒素の吸収量は 7344 kg/年、リンの吸収量は 734 kg/年となる。ヨシに吸収されるはずであったこれらの栄養塩類の多くは、湛水域で植物プランクトンに取り込まれ、大発生した植物プランクトンは水質悪化の要因となる。また、これらの植物プランクトンは堰下流部あるいは河口、海域で死滅し、堰下流部の河床に堆積し、底質悪化の要因となっている。村上ら¹⁹⁾は堰下流の河床堆積物中の珪藻類の遺骸を分析し、2.5% 以上の出現頻度で見られた 19 種はすべて淡水域に生息する種類であったこと、明らかな汽水種は数種、その出現頻度は数% にすぎなかったこ

とを明らかにした。ヨシ群落の環境浄化作用は直接的な栄養塩類の吸収だけではない。そこに生息する底生動物による有機物の摂食、除去など多様な浄化作用が知られている。このような浄化作用はどの程度喪失したのであろうか？さらに、ヨシ原に依存して生息していたオオヨシキリ、ヨシゴイ、チュウヒなどの鳥類²⁰⁾への影響など、解明すべき課題は多い。

文 献

- 1) 小山弘道．1999．鶉殿のヨシ原の保全事業．関西自然保護機構会報，21: 207-215.
- 2) 村尾浩太・福士富之信・濱田英彦．1999．琵琶湖開発事業におけるヨシ原の復元について．関西自然保護機構会報，21: 217-226.
- 3) 今井紘一・小谷博哉・小林圭介．1999．「滋賀県琵琶湖のヨシ群落の保全に関する条例」の制定と運用について．関西自然保護機構会報，21: 227-233.
- 4) 中村圭吾．1999．霞ヶ浦におけるヨシの人工浮島の研究．関西自然保護機構会報，21: 249-255.
- 5) 奥田重俊．1990．河原の植生の特性．河口堰問題調査特別委員会・長良川河口堰問題専門委員会（編），pp. 50-55．長良川河口堰事業の問題点 中間報告書．財団法人日本自然保護協会，東京．
- 6) 建設省河川局・水資源開発公団．1992．長良川河口堰の質問への答え．
- 7) 山内克典．1996．河口堰閉鎖後の長良川．水情報，16: 12-13.
- 8) 山内克典・足立 孝・古屋康則．1999．長良川河口堰湛水域におけるヨシ原の変化．長良川河口堰事業モニタリング調査グループ・長良川研究フォーラム・日本自然保護協会（編），pp. 141-145．長良川河口堰が自然環境に与えた影響．財団法人日本自然保護協会，東京．
- 9) 建設省中部地方建設局・水資源開発公団中部支社．2000．平成 11 年度長良川河口堰モニタリング年報．建設省中部地方建設局・水資源開発公団中部支社．
- 10) 山内克典・古屋康則・足立 孝．2010．長良川河口堰運用後の河口堰上流部のヨシ群落の変化．長良川河口堰事業モニタリング調査グループ（編），pp. 55-65．長良川河口堰運用 10 年後の環境変化とそれが地域社会に及ぼした影響の解析．長良川河口堰事業モニタリング調査グループ，名古屋．
- 11) 建設省中部地方建設局・水資源開発公団中部支社．1995．長良川河口堰調査報告書（第 3 巻）．建設省中部地方建設局・水資源開発公団中部支社．
- 12) 建設省中部地方建設局・水資源開発公団中部支社．1998．平成 9 年度長良川河口堰モニタリング年報．建設省中部地方建設局・水資源開発公団中部支社．
- 13) 国土交通省中部地方整備局・水資源機構中部支社．2006．長良川河口堰環境調査誌．国土交通省中部地方整備局・水資源機構中部支社．
- 14) 国土交通省．2007．木曾川水系流域委員会参考資料．木曾川水系の流域及び河川の概要，pp. 9-25．
- 15) 鈴木孝男・武田哲・栗原康．1988．塩性湿地．栗原 康（編著），pp. 142-149．河口・沿岸域の生態学とエコテクノロジー．東海大学出版会，東京．

-
- 16) Mandi, L., B. Houhoum, S. Asmama and J. Schwartzbrod. 1996. Wastewater treatment by reed beds: An experimental approach. *Water Research*, 30: 2009-2016.
- 17) 笹田康子・石原 暁・土取みゆき・冠野禎男. 2003. 水生植物を活用した水質浄化実験(第1報) 豊稔池の水質浄化の試みー. 香川県環境保健研究センター所報, 2: 47-56.
- 18) Southichak, B., K. Nakano, M. Nomura, N. Chiba and O. Nishimura. 2006. A novel biosorbent for the removal of heavy metals from aqueous solution. *Water Research*, 40: 2295-2302.
- 19) 村上哲生・黒田伸郎・吉田正人・山内克典・田中豊穂. 1999. 長良川河口堰周辺の堆積物の性状と分布 - シルト・粘土の堆積と有機物の期限について . 長良川河口堰事業モニタリング調査グループ・長良川研究フォーラム・財団法人日本自然保護協会(編), pp. 29-35. 長良川河口堰が自然環境に与えた影響. 財団法人日本自然保護協会, 東京.
- 20) 大塚之穂. 1994. 長良川下流域に生息する鳥類. 長良川下流域生物相調査団(編), pp. 54-63. 長良川下流域生物相調査報告書. 長良川下流域生物相調査団, 岐阜.