

ヨシの生育評価のためのHSIモデルの提案 -夷隅川河口左岸を例として-

HSI-MODEL FOR EVALUATING GROWTH OF *PHRAGMITES AUSTRALIS* AT ISUMI RIVER MOUTH

南岡大介¹・小林昭男²・宇多高明³・野志保仁⁴・清水達也⁵
Daisuke MINAMIOKA, Akio KOBAYASHI, Takaaki UDA,
Yasuhito NOSHI and Tatsuya SHIMIZU

¹タマホーム株式会社浦和美園展示場 (〒336-0963 埼玉県さいたま市緑区大門3657)

²正会員 工博 日本大学教授 理工学部海洋建築工学科 (〒274-8501 千葉県船橋市習志野台7-24-1)

³正会員 工博 (財) 土木研究センター理事なぎさ総合研究室長兼日本大学客員教授理工学部
海洋建築工学科 (〒110-0016 台東区台東1-6-4タカラビル)

⁴正会員 博(工) (有) アイコムネット (〒100-0014 東京都千代田区永田町2-10-2永田町
TBRビル201)

⁵学生会員 修(工) 日本大学大学院理工学研究科海洋建築工学専攻 (〒274-8501 千葉県船橋市習志野
台7-24-1)

A HSI model for evaluating the growth of *Phragmites australis* was developed on the basis of the field investigation at the Isumi River mouth facing the Pacific Ocean. A test site was set at the natural vegetation covered with *Phragmites australis*. When the roots of natural *Phragmites australis* are cut, their effect is left behind until the next year, and their effect is strong at lower elevation. To predict the biomass of the *Phragmites australis*, the frequency of submergence under the mean sea level becomes an appropriate index.

Key Words : HSI model, *Phragmites australis*, field investigation

1. まえがき

干潟や藻場などは、水質浄化機能や多様な生物の生息場として重要な役割を担っている。しかし経済発展に伴う海面の埋立てや開発などによってこれら沿岸域の自然が失われてきた。沿岸域の自然が失われつつある現在、沿岸域環境の保全・修復・創造は重要な課題である。これには沿岸生態系を構成する個々の要素の定量的評価が必要とされる。沿岸生態系を構成する要素として、干潟など水際における代表的な抽水植物であるヨシに注目すると、ヨシは塩分や酸性に強く、広い気候帯にわたって分布する植物であり、水質浄化機能も有している。したがってヨシの繁茂の促進は干潟の機能向上に繋がると考えられ、それにはヨシの生育環境を明らかにする必要がある。林ら¹⁾は、ヨシの生育環境の評価方法として、ヨシ HSI モデル (生息環境評価モデル) を構築した。ここに HSI モデルとは、選定した評価種の生育環境の質を表す指数である。評価種の生育環境の支配因子毎に 1 点満点の評価を行って SI モデルを作成し、それらを統合しひとつの指数としたのが HSI モデルである。林ら¹⁾はヨシの支配因子を、神

奈川県三浦半島江奈湾のヨシ原での調査と既往文献から水質因子 (地下水深さ, 地下水の塩分, 没水深), 土壌因子 (強熱減量, 土壌厚さ, 土壌粒径), 地盤安定因子 (波エネルギー) に区分して HSI モデルを構築した。しかし、林ら¹⁾の提案したヨシの HSI モデルは、調査対象地の標高が平均水面よりも上の場所を対象としたため、潮位変動の影響を受ける水際線に群生しているヨシ生育場の評価には適用できない。最近、小林ら²⁾は、図-1 に示す房総半島中央部、太東崎の南に位置する夷隅川河口左岸



図-1 試験地の夷隅川河口左岸 (図の①) の位置

(図の①)を試験地として選び、2007年8月13日～10月13日に水際線付近に群生するヨシを対象としてヨシ再生機構の解明を目的とした調査を行った。しかし、ヨシの生育は年間で変動することを考慮すると小林らの観測期間は短く、十分なデータではなかった。そこで本研究では継続調査を行うとともに、小林ら¹⁾の提案したヨシ HSI モデルを参照し、潮位の影響を受ける水際線に対応可能なモデルを提案し、ヨシの生育環境の定量的評価について考察する。

2. 調査方法

(1) ヨシの再生機構調査

小林ら²⁾はヨシの再生機構を調べるために、夷隅川河口左岸(図-1の①)を試験地として選び、水際線付近に群生するヨシを対象とした調査を行った。小林らは、岸沖方向に勾配、底質、植生分布の類似した測線①、②、③を図-2のように設定し、測線①ではヨシを地盤面まで刈り取り、②では地盤を40cm程度掘り地下茎ごと抜き取った。また③ではそのままとした。これらの処理を行った上でヨシの再生状況を定期的に観察した。また、潮位の影響を比較するため、各測線上で標高の高い方から A(T.P.+0.375m)、B(T.P.+0.161m)、C(T.P.+0.006m)、D(T.P.-0.114m)に0.5m四方の試験区画を設定した。

(2) ヨシの HSI モデル作成のための調査

潮位変動の影響も評価可能な HSI モデルを構築するため、図-1の②に示す水際部に群生するヨシ群落を対象に現地調査を行った。夷隅川河口左岸の干潟は干潮時には干出するが、満潮時には水際部に生えているヨシが完全に水没する。没水深はヨシの生長に大きな影響があるとされており、本調査地でも本数および平均高さに大きな差があった。ヨシは抽水植物であり、ある程度の没水には耐えられるが、小林ら¹⁾の調査結果のように標高が低い所では標高が高い場所と比較してヨシの本数や高さが劣る。そこで HSI モデルを構築する際、標高ごとに測点を設定した。図-3のようにヨシ群落の始まる T.P.+0.16m より、群落内の T.P.+0.27m、満潮時に水没する T.P.+0.65m と、標高ごとに測点を設定した。ここに T.P.+0.27m は小林らが干潟内で測定を行った2007年8月14日～8月28日・8月29日～9月12日のデータから出した平均水面、T.P.+0.65m は満潮時には水没するが、その割合が極端に低い地点である。また誤差を減らすために同じ標高で調査点を3点設定した。

図-4には標高ごとに採取した底質の粒度組成を示すが、底質粒径は標高によらず一様であり、シルト・粘土が93%、細砂が6%からなる。現地調査は、2008年9月15日と10月14日に行い、地下水面の深さ、地下水塩分、土壌粒径を測定した。地下水面深さは、干満により常に変動しており満潮時など水

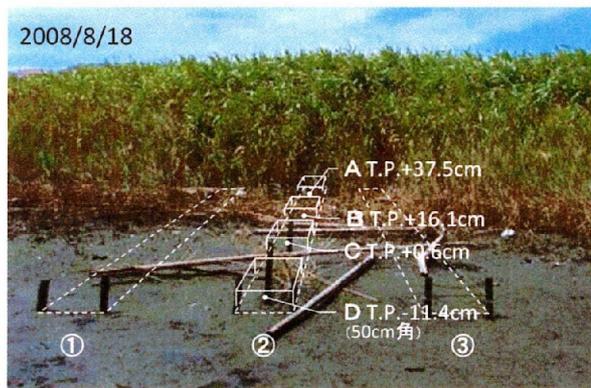


図-2 測線配置

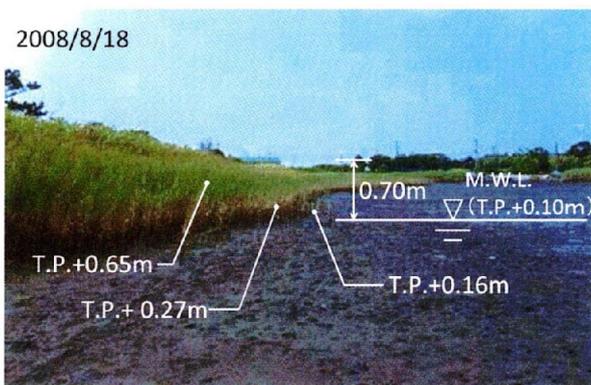


図-3 標高ごとの測点配置

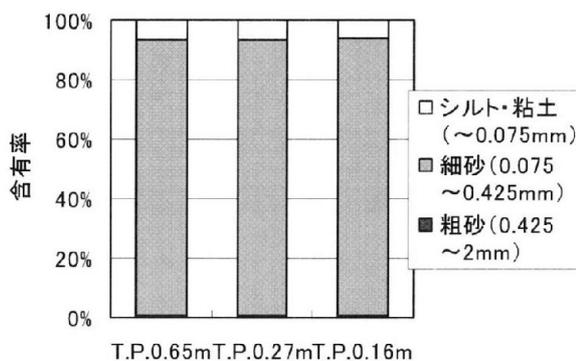


図-4 試験地標高ごとに採取した底質の粒度組成

位の高い時間帯は地盤面より上に水位が達してしまい測定できない。そのため干潮時に合わせて全調査点で測定した。最大水深と没水頻度(潮位変動により当該地点が水没している時間を全体の時間で割った値)については、小型メモリ波高計をラグーン内(図-1の×)に設置し、9月16日から9月30日の2週間、1時間間隔で測定した。設置位置の標高はオートレベルで測定した。

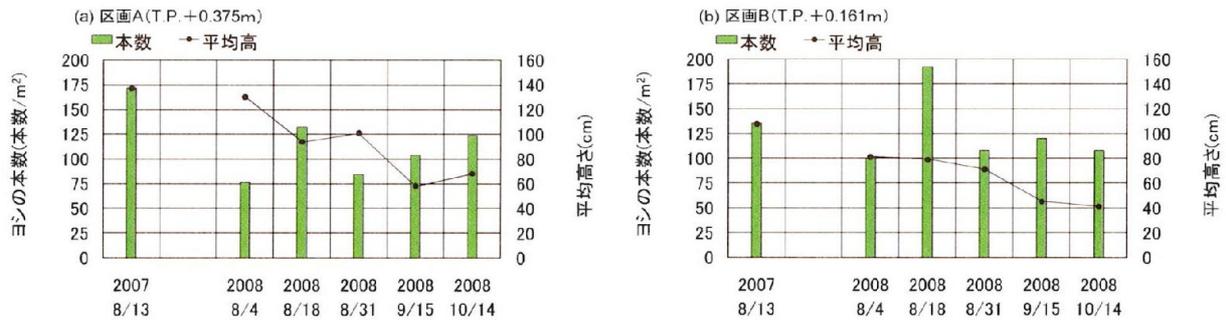


図-5 現況との比較のための測線③上の、区画A,Bにおける単位面積あたりのヨシの本数とヨシの平均高さ

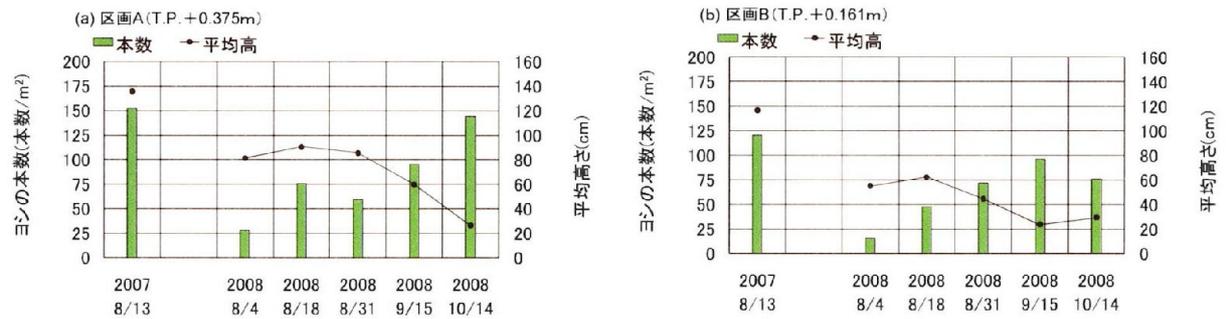


図-6 ヨシの根はそのままとして地盤面以上のヨシを刈り取った測線①上の、区画A,Bにおける単位面積あたりのヨシの本数とヨシの平均高さ

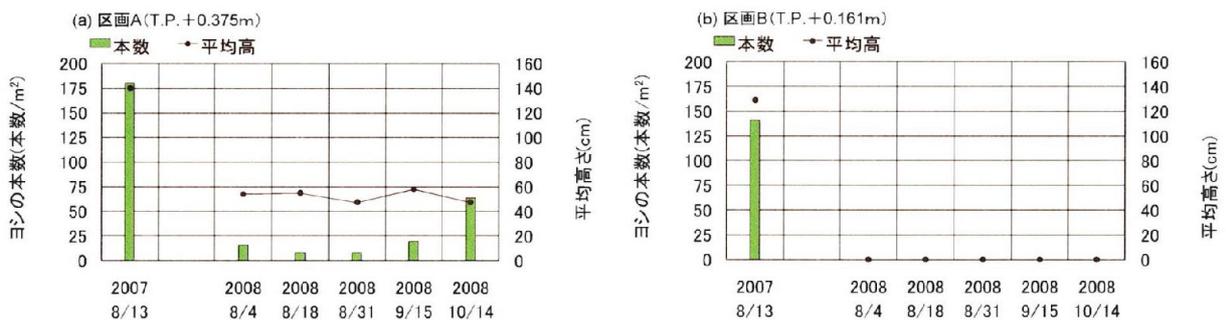


図-7 地盤面から40cm程度掘ってヨシの根を除去した測線②上の、区画A,Bにおける単位面積あたりのヨシの本数とヨシの平均高さ

3. ヨシの再生機構調査の結果

いずれの測定でも 50cm×50cm 区画で測定したヨシ本数を 1 m²あたりに換算した。

図-5 は、現況との比較のための測線③上の、区画A,Bにおける単位面積あたりのヨシの本数とヨシの平均高さを示す。2007年8月13日と比較して、2008年では処置を行っていないにもかかわらず区画A,Bともに全体的にヨシの生育度が低下している。

また本数については季節的变化が少ないが、平均高さは低下傾向を示す。

ヨシの根はそのままとして地盤面以上のヨシを刈り取った測線①上の、区画A,Bにおける単位面積あたりのヨシの本数とヨシの平均高さを示すのが図-6である。この場合2007年と比べて生育状態は一層低下するが、本数は経時的に増加傾向を示すのに対し、平均高さは同様に低下傾向を示す。

図-7 は、地盤面から40cm程度掘ってヨシの根を除去した測線②上の、区画A,Bにおける単位面積あたりのヨシの本数とヨシの平均高さを示す。2007

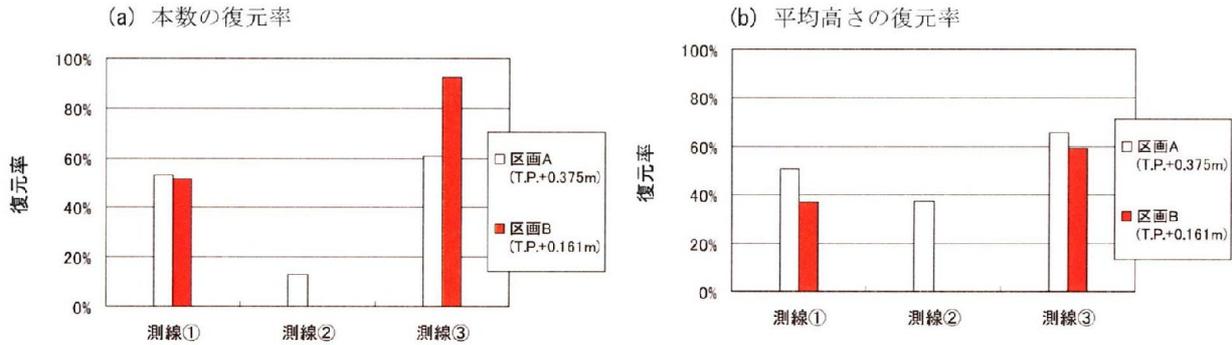


図-8 ヨシの復元率

年と比べて生育状況は顕著に低下している。とくに区画Bでは再生が見られない。このようにヨシの根の刈り取り処置を行った場合、水際線近傍の標高 T.P.+0.161m では1年間でもヨシは再生しないことがわかった。

次に、測線①②③について2008年の測定結果からヨシの本数と平均高さの平均値を算出した。比較の基準となる2007年におけるヨシ本数と平均高さは図-5～図-7に示したように異なるので、それぞれ2007年の測定値により2008年の平均値を割り、その割合を求めたのが図-8である。

標高 T.P.+0.375m の区画Aでは、地盤面以上のヨシを刈り取った測線①のヨシ本数・平均高さはバックグラウンド(測線③)の60%、66%に対し、53%、51%と、かなり高い復元率を示すが、根を刈り取った測線②でのヨシ本数・平均高さは、13%、37%まで低下した。同様にして標高 T.P.+0.161m の区画Bにおいて地盤面以上のヨシを刈り取った場合(測線①)、バックグラウンドの92%、59%に対し、ヨシ本数・平均高さは51%、37%であり、本数の低減率は区画Aの場合と同等であったが、平均高さは区画A(T.P.+0.375m)における根の刈り取り時と同等まで下がった。さらに標高 T.P.+0.161m の区画Bでは、根を刈り取った場合、1年が経過してもヨシは復元しなかった。

以上のように、ヨシに刈り取り処置を施した場合、翌年にも強い影響が残り、その影響は標高が低い場所ほど強く出ることが分かった。これは水際線以下でのヨシの根の攪乱には十分注意が必要であることを意味する。

4. HSI モデル

支配因子を比較するために、調査点毎にヨシの単位面積当たりの乾燥質量(gDW/m²)をバイオマスとしモデルに用いた。図-9は標高とバイオマスの関係を示すが、標高が高くなるに従いバイオマスが増加している。本調査でのバイオマスの最大値は3954(gDW/m²)となるため、SI=1.0を4000gDW/m²

としモデルを構築した。標高とバイオマスの間には線形関係が認められるが、潮位変動は地域差があるので、図-9の結果は他の地域へそのまま適用することはできない。

以下では、林ら³⁾を参考として検討を進めた。まず地下水面深さとバイオマスの関係については、林らは地下水面深さが15cm以下ではSI=1.0と最適であるが、35cm以上ではSI=0.0と生育に適さないとした。このことから本研究でもバイオマスと地下水面深さの関係を調べたが、有意な関係は認められなかった。また土壌の粒径とバイオマスの関係についても、当地点でのd₅₀が0.3mmと一定であったため有意な関係は認められなかった。

地下水塩分とバイオマスの関係を図-10に示す。林らは地下水塩分10以下でSI=1.0、20以上でSI=0.0となるとしたが、実測値は全てSI値を大幅に下回る結果となった。次に、既往研究では、最大水深とバイオマスをつなぐSIモデルがなかったため、細川ら³⁾の「ヨシの生息する水深は1m以浅等とされているが、通常は満潮時でも水深-30～50cmより浅い場所であることが多い。」との報告から、最大水深0cmでSI=1.0、50cmでSI=0.0とした。最大水深とバイオマスの関係を示すのが図-11である。SI値と調査結果には良好な関係が見られる。しかしながら、標高と同時に地域ごとに潮位変動に差があるので、汎用性から見ると課題が残される。

図-12は没水頻度とバイオマスの関係を示す。既往文献にはヨシと没水頻度の関係が示されていない。このためまず今回の調査で得られた没水頻度とバイオマスの関係を、SI表示なしで示した。これよりバイオマスが最小値となる没水頻度50%以上でSI=0.0、バイオマスが最大値を示す没水頻度0%でSI=1.0となるので、この間を線形補間するとバイオマスは線形関係にほぼ従うことがわかる。最大水深にも相関関係が見られたが、汎用性の面から没水頻度だけでHSIを構築することが有効と考えられる。そのため没水頻度のSIをそのままヨシのHSIとした。この結果得られたHSIモデルを式(1)、図-13に示す。

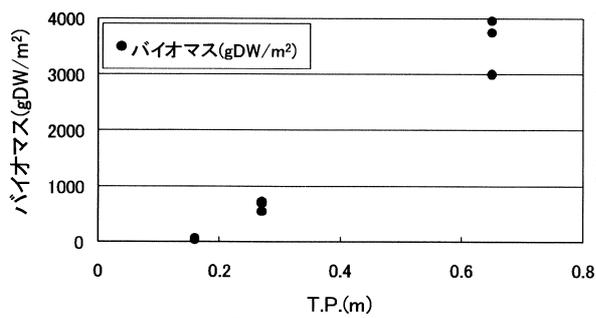


図-9 標高とバイオマスの関係

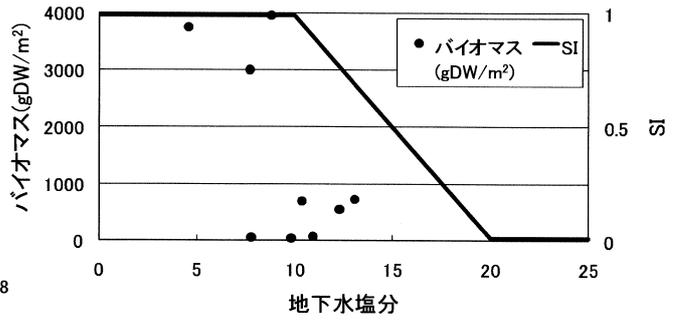


図-10 地下水塩分とバイオマスの関係

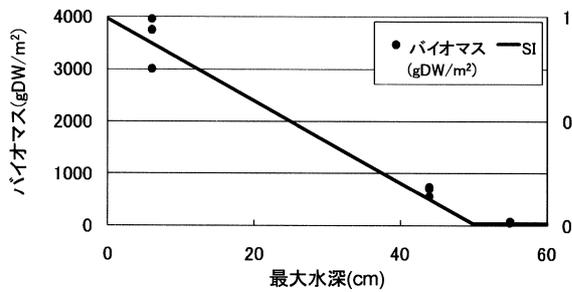


図-11 最大水深とバイオマスの関係

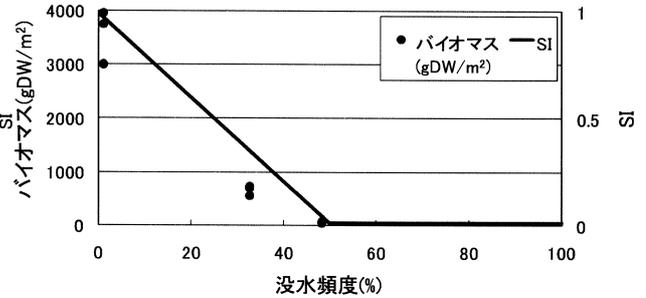


図-12 没水頻度とバイオマスの関係

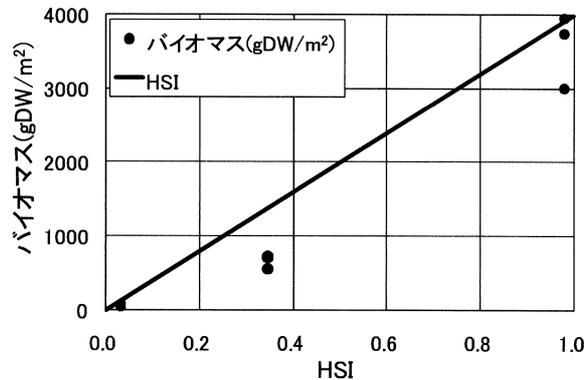


図-13 HSI モデル (HSI=SI 没水頻度)

$$HSI = SI_{\text{没水頻度}} \quad (1)$$

これより、夷隅川河口左岸の水際部では、多くの指標を用いる必要がなく、没水頻度のみによりヨシのバイオマスを予測可能と考えられる。

5. まとめ

標高 T.P. +0.375m の区画 A において地盤面以上のヨシを刈り取った場合、バックグランドにおけるヨシ本数・平均高さの復元率 60%, 66%と比較してヨシ本数・平均高さは 53%, 51%となり、かなり高い復元率を示した。一方、根を刈り取った場合、それらは 13%, 37%まで低下した。同様にして標高

T.P. +0.161m の区画 B において地盤面以上のヨシを刈り取った場合、バックグランドにおけるヨシ本数・平均高さの復元率 92%, 59%と比較してヨシ本数・平均高さは 51%, 37%であり、本数は区画 A と同等であったが、平均高さは根の刈り取り時と同等まで低下した。さらに根を刈り取った場合、1 年経過してもヨシは復元しなかった。このように、ヨシに刈り取り処置を施した場合、翌年にも強い影響が残り、その影響は標高が低い場所ほど強く出ることが分かった。これは水際線以下でのヨシの根の攪乱には十分注意が必要なことを意味する。またヨシのバイオマスの予測には、没水頻度を指標とすればよいことも明らかになった。

参考文献

- 1) 林 文慶・高山百合子・田中昌宏・上野成三・新保裕美・織田幸伸・池谷 毅・勝井秀博：沿岸域における複数生物の生息地環境評価-生態系連続性の配慮にむけて-, 水工学論文集, 第46巻 pp.1193-1198, 2002.
- 2) 小林昭男・宇多高明・武 映一郎・野志保仁：干潟におけるヨシ帯の再生機構に関する現地実験, 日本沿岸域学会研究討論会2008講演概要集, No.21, pp.133-138, 2008.
- 3) 細川恭史・三好英一・古川恵太：ヨシ原による水質浄化の特性, 港湾技術研究所報告, 第30巻第1号, pp.205-237, 1991.