

広域空間情報による藻場形成要因の把握と 利活用に関する一考察

General Site Characteristics of Algal Beds by Large Scale Spatial Information For its Effective Usage and Application

中澤公伯*・岩下圭之**・大木宜章**・宮崎隆昌***・神野英毅****

Kiminori NAKAZAWA, Keishi IWASHITA, Takaaki OKI, Takamasa MIYAZAKI
and Hideki KOHNO

要旨：房総半島南部沿岸域を対象に、藻場造成と海藻の利活用を想定し、GIS 技術と広域空間情報による現存藻場の立地評価を行った。水深、透明度、表層および水深 10m の二層における DO、COD、全窒素、全リンの年間平均値と藻場の立地に関する空間分析を行った結果、藻場では、東京湾海底谷における底層海流の流入との関係も含めて、何れの項目も特徴的な値となっていることが判明した。また、これらの結果を用いた事例として、本研究対象領域で最も効率良く光合成が行なわれているアラメ場における各水質のレンジを求めて該当する海域を抽出すると、対象領域 70 万 ha の 21%~53%が該当し、全ての水質項目のレンジを満たす海域を導出すると、130,997ha：研究対象領域の 18.7%が抽出された。この結果から、漁業権や輸送、造成技術を考慮してアラメ場造成可能領域をモデル計算すると、63,518ha が抽出され、CO₂約 9Mt・y⁻¹の消費が算定された。

キーワード：藻場, GIS, 空間情報, 水質

1. はじめに

1.1 研究の背景と目的

本研究は、房総半島南部沿岸域を対象にして、藻場造成と海藻の利活用を念頭に、広域空間情報による現存藻場の立地評価を行うことを目的としたものである。

藻場は、浅海域における海洋環境や漁場形成にとって非常に重要な環境要素だが、環境汚染や地球規模での環境変化による磯焼け被害が著しく、修復や保全の必要性が叫ばれて久しい。また、藻場を構成する藻類は、陸上植物と同様に光合成を

行い、水と太陽光を利用して CO₂を炭水化物として内部に固定する。うまく利活用すれば、大気中の CO₂の削減やバイオエタノール燃料の生産にもつながるため、現在多方面で藻場造成とその利活用に係る研究やプロジェクトが行われている^{註1}。

しかし、藻類は水温、水深、水質、底質、栄養塩の供給^{2) 3)}などの諸要因が整った場所のみに生息しているので⁴⁾、藻場は海域であればどこにでも形成できるわけではない。特に、人工的に藻場の修復や造成を行う場合には、これらを充分考慮して適正な海域を選定する必要がある。その場

* 正会員 日本大学大学院 生産工学研究科生命工学・リサーチ・センター,

** 非会員 日本大学 生産工学部土木工学科, *** 正会員 日本大学 生産工学部建築工学科,

**** 非会員 日本大学 生産工学部応用分子化学科

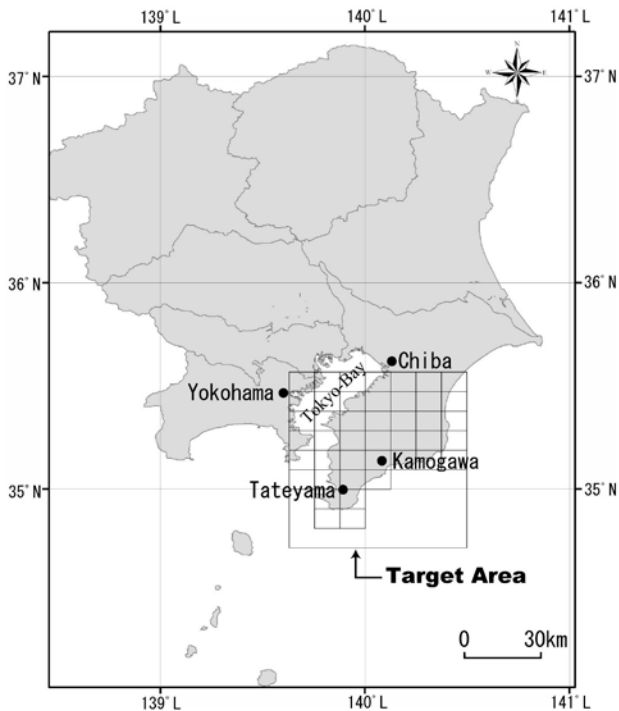


図1 研究対象領域

合、海域特性の場所的相違は均一ではないために、可能な限り分析対象範囲は広く、かつ分析スケールは小さくすることが望ましい。

そこで本研究は、広域的視点から藻場をとりまく海域環境を捉えた空間解析を行い、造成や修復を視野に入れた現存藻場の立地評価を行うことを目的とする。本稿では、特に水質に焦点を当てた。

1.2 既往研究と本研究の位置付け

藻場の形成及び修復・造成に係る研究には、藻場現場海域における水質環境に着目したもの^{5) 6) 7)}、航空写真による藻場空間動態解析を行ったもの^{8) 9)}、藻場造成適地選定手法について考察したもの^{10) 11)}などがあり、藻場の修復や造成による地球温暖化や低炭素社会の実現等の諸問題の解決に向けて、この種の研究の一層の展開が期待される。

本研究は、広域空間情報とGIS技術を用いることによって、これまで限定されていた分析対象範囲を複数の県域にまたがるレベルまで拡大し、藻場の分布を制限している要因の適切な抽出を試み

る。ここまで広域的に捉えると、都市計画分野における樹木と緑地の関係と同様に、藻場の「生息」から藻場の「立地」へと、空間解析的なアプローチからも議論を展開することができ、より定量的な評価及び適地選定が可能となる。

2. 研究方法

2.1 対象領域

図1に示す房総半島南部沿岸域を対象とした。北部は東京湾を中心とした閉鎖性水域であり、南部は太平洋に面した外洋である。東京湾北部のような閉鎖性水域では、藻類、特に小型のものはときとして水質汚濁の指標であり、原因となる栄養塩類の除去が課題となっている。一方、外洋ではむしろ栄養塩類が豊富な河口域や湧昇流海域が生産性の高い海域として評価されており、双方の海域を包含することで適正な藻場形成要因を特定することができると考えられる。

2.2 ベースマップと計算空間

藻場データを作成する際のベースマップとして、テキストデータで供給される国土交通省国土数値情報・土地利用（平成9年、神奈川県、千葉県データ）を使用した。Visual Basicによって100mメッシュに変換し、図1の領域を切り出すと南北1,000メッシュ×東西700メッシュ=700,000メッシュとなる。この矩形領域を空間解析を行う計算空間とする。

2.3 藻場データ

1994年に全国調査された「環境省(1994)：第4回自然環境保全基礎調査、海域生物環境調査報告書、第2巻、藻場」を100mメッシュデータにデジタル化した。藻場のカテゴリーは、藻場A：アマモ場、藻場B：ガラモ場、藻場C：コンブ場、藻場D：アラメ場、藻場E：ワカメ場、藻場F：

テングサ場, G 藻場: アオサ・アオノリ場, 藻場
H: その他海草の8分類である.

2.4 藻場形成要因

徳田 (1987), 中嶋 (2005) は, 海藻類の生育制限因子として, 物理的因子 (光, 生育基盤, 温度等), 化学的因子 (塩分, 酸素, 栄養塩類, CO₂, COD 等), 動力学的因子 (波浪, 潮汐, 風等), 生物的因子 (藻食動物, 微生物, 競合生物等) を上げ, この内光量を最も重要な生育制限因子であるとした. また, 大本ら (2006) が述べるとおり, これらの因子は藻場の動態に対して独立に作用しているわけではなく, 二つ以上の因子が同時に作用していると考えられる.

上記をふまえ本稿においては, 広域空間情報として入手でき, GIS によって重層的な空間解析ができることを条件として, 物理的因子及び化学的因子に当たる水深及び水質に着目して議論を展開する.

2.4.1 水深

日本海洋データセンター作成の 500m メッシュ水深データを南北 1,000 メッシュ, 東西 700 メッシュになるよう補正し, 100m メッシュを生成して使用した.

2.4.2 水質 (透明度, 水温, DO, COD, 全窒素, 全リン)

千葉県, 神奈川県による公共用水域水質調査結果 55 測定点分を用いた. 藻場データの調査年度に最も近く, 調査項目が整っている 1995 年度のデータを使用した. 調査項目は, 透明度, 水温, COD, DO, 全窒素, 全リンの 6 項目とした. 本データは, 測定点ごとに 1995 年 4 月~1996 年 3 月まで, 上層 12 検体, 下層 12 検体の計 24 検体がある. 検体採取日, 時間ともに全測定点で同一であるが, 範囲が広範囲であるために発生するノイズ成分を除去するため (安藤ら, 2002), また

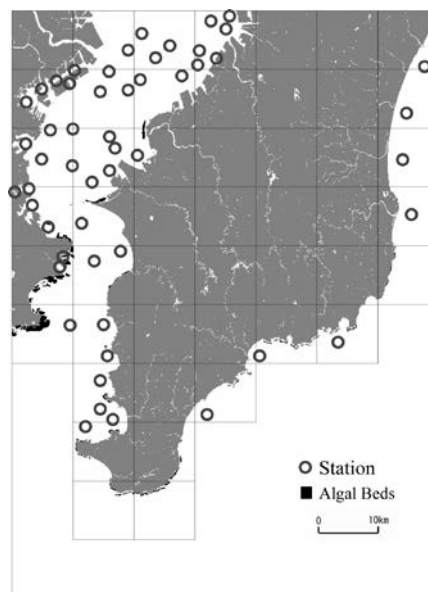


図2 水質測定点

藻場立地の特性を評価するという趣旨から上層値, 下層値の別に平均化した年間平均値を用いた.

このデータを Kriging 法¹⁵⁾により 70 万個のメッシュデータに平面補完した. 図2は, 採用したデータの測定点を示したものである. これら測定点における水質データのメッシュデータ化に当たり, サンプル数は多ければ多い程良いが, 採用した測定点が比較的藻場に近接しているため, 藻場周辺海域の特性評価を行う本稿では充分であると考えられる.

2.4.3 下層データの取り扱い

藻場は水深 20m 地点程度まで自生できる点⁴⁾, また底層からの湧昇流や海底湧水からの栄養塩類の供給が光合成に不可欠である事²⁾が指摘されており, 表層データだけでなく, 下層データの分析も重要である. しかし空間分析に用いるに当たっては当然測定点ごと水深が異なるので, 平面補完を行う前に 55 地点の値を水深 10m で線形補正を行い, その上で水深 10m 地点における平面補完データを作成した. 東京湾においては水深 10m を境にして水質特性が異なるとされている事¹⁶⁾からも, 水質 10m 地点において平面補完を行う事には一定の妥当性があると考えられる.

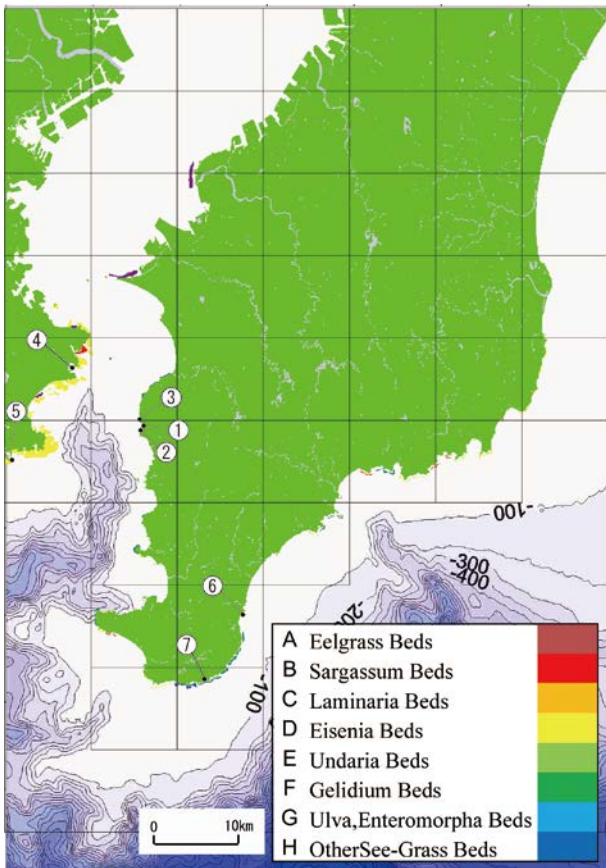


図3 藻場の立地



写真1 テングサ場付近の海岸(図3中①)



写真2 アラメ場近傍の海岸(図3中⑤)

3. 現存藻場の立地と水深・水質

3.1 現存藻場の立地

図3に、対象領域における藻場及び水深・海底地形を示した。藻場は、三浦半島及び房総半島南部に集中している。対象となった藻場の総面積は2,305haで、アラメ場1,510ha、ガラモ・アラメ場278ha、アマモ場253haの順で卓越している。

また、写真1、写真2は、図3中①→⑦の順路で現地踏査(2008年7月・9月)を行った現場写真である。データの年度と2008年現在でも大きなズレはないと考えられる。

3.2 藻場と水深

藻場と水深データの空間解析を行ったところ、全ての藻場における水深の平均値は16.1mであった。既往文献による結果⁴⁾とも矛盾しない。このように、生息に適した海底に着床する必要があり現存藻場は浅海域に限定されるが、人工的にこの

条件を拡張することによって大幅に藻場の形成可能領域を広げることができる。

また、水深を海底地形という視点からみると、東京海底谷、鴨川海底谷に近接していることから、漁場の形成と同様に、陸域からの負荷に加えて海底湧水や湧昇流とも大きく関係していることが推定される。

3.3 藻場と水質

図4に透明度と藻場の立地との関係を、図5に水温、DO、図6にCOD、全リン、図7に全窒素、それぞれの表層値、水深10m値と藻場の立地の関係を示した。また、表1には、1メッシュ当たり最大4種が複合している藻場データの按分に注意しながら、研究対象領域に現存する藻場6種における各項目の平均値、最大値、最小値を示した。

3.3.1 透明度

図4に示すように、東京湾北部から中部にかけ

表 1 空間解析結果

	Depth [m]			Transparency [m]			Temperature (Surface) [°C]			DO(Surface) [mg/L]			COD(Surface) [mg/L]			T-N(Surface) [mg/L]			T-P(Surface) [mg/L]		
	Ave.	Max	Min	Ave.	Max	Min	Ave.	Max	Min	Ave.	Max	Min	Ave.	Max	Min	Ave.	Max	Min	Ave.	Max	Min
A Eelgrass Beds	1.94	25.13	0.00	3.7	5.5	2.7	17.3	18.3	16.9	8.34	8.86	7.42	2.53	3.03	2.13	0.70	0.82	0.48	0.07	0.10	0.00
B Sargassum Beds	11.18	44.66	0.00	11.9	15.7	4.2	18.7	19.3	18.0	7.87	8.39	7.62	1.18	2.15	0.86	0.25	0.50	0.18	0.00	0.01	0.00
C Laminaria Beds																					
D Eisenia Beds	18.47	140.62	0.00	8.6	15.7	3.7	18.5	19.3	17.7	7.68	8.69	7.34	1.72	2.81	0.86	0.35	0.61	0.18	0.03	0.10	0.00
E Undaria Beds	4.76	19.35	0.00	12.3	14.1	8.7	18.8	19.3	18.5	7.85	7.92	7.80	1.09	1.79	0.93	0.23	0.43	0.20	0.00	0.01	0.00
F Gelidium Beds	7.51	18.99	0.02	13.9	14.1	13.4	18.6	18.7	18.5	7.86	7.89	7.82	0.93	0.97	0.90	0.20	0.20	0.19	0.00	0.00	0.00
G Ulva,Enteromorpha Beds																					
H OtherSee-Grass Beds	0.00	0.00	0.00	10.8	10.8	10.7	19.2	19.2	19.2	7.79	7.79	7.79	1.09	1.09	1.09	0.20	0.20	0.20	0.00	0.00	0.00
All Kinds Beds	14.75	140.62	0.00	9.1	15.7	2.7	18.4	19.3	16.9	7.79	8.89	7.34	1.64	3.03	0.86	0.36	0.82	0.18	0.02	0.10	0.00
Costal Line																					

	Temperature (-10m) [°C]			DO(-10m) [mg/L]			COD(-10m) [mg/L]			T-N(-10m) [mg/L]			T-P(-10m) [mg/L]		
	Ave.	Max	Min	Ave.	Max	Min	Ave.	Max	Min	Ave.	Max	Min	Ave.	Max	Min
A Eelgrass Beds	16.9	17.9	16.5	6.60	7.11	5.88	1.80	1.94	1.38	0.60	0.74	0.36	0.06	0.10	0.00
B Sargassum Beds	18.4	19.0	17.6	7.38	7.63	6.89	0.94	1.69	0.72	0.23	0.40	0.19	0.00	0.00	0.00
C Laminaria Beds															
D Eisenia Beds	18.2	19.0	17.3	7.16	7.63	6.42	1.30	1.95	0.71	0.29	0.46	0.18	0.00	0.010	0.000
E Undaria Beds	18.6	18.9	18.3	7.43	7.59	7.33	0.90	1.24	0.81	0.20	0.25	0.20	0.00	0.00	0.00
F Gelidium Beds	18.4	18.6	18.4	7.43	7.46	7.40	0.81	0.82	0.80	0.20	0.20	0.19	0.00	0.00	0.00
G Ulva,Enteromorpha Beds															
H OtherSee-Grass Beds	18.9	18.9	18.9	7.52	7.52	7.52	0.91	0.91	0.91	0.20	0.20	0.20	0.00	0.00	0.00
All Kinds Beds	18.2	19.0	16.5	7.17	7.63	5.88	1.24	1.95	0.71	0.30	0.74	0.36	0.01	0.10	0.00
Costal Line															

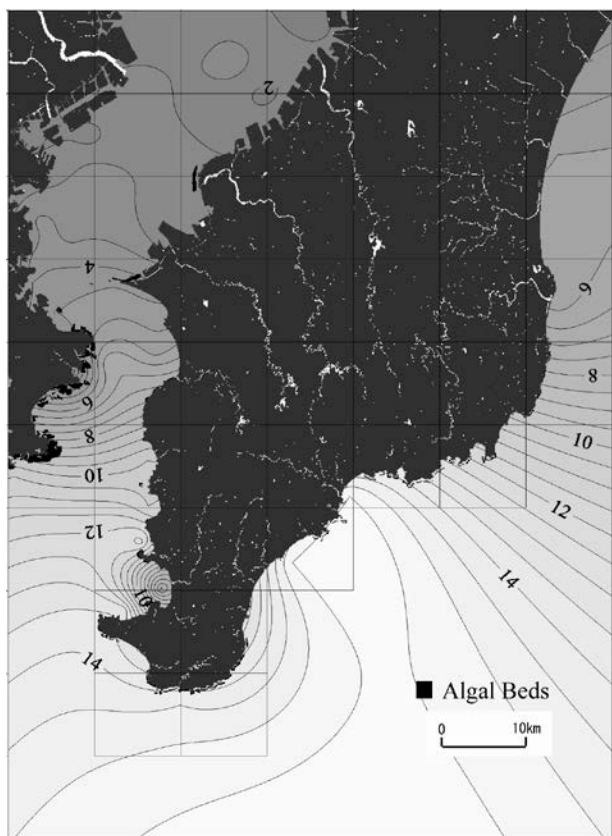


図 4 透明度 [m] と藻場の立地

で透明度が著しく低くなっており、藻場もみられない。透明度と藻場の立地は大きく関係していることがうかがえる。藻場での透明度の平均値は 9.1m であるが、アマモ場の平均値は 3.7m で、比較的透明度が低い (表 1)。

3.3.2 水温

水温, DO, COD, 全リン, 全窒素は, 表層水と水深 10m 値の双方で検討した。藻場における表層水の水温の平均値は 18.4°C, 水深 10m 値の平均値は 18.2°C となった。水温のレンジは表層値が 19.3~16.9, 水深 10m 値が 19~16.5 で, 水深 10m 値が若干狭い。以下, ほぼ全ての項目で水深 10m 値のデータ幅は狭い結果となった。

3.3.3 DO, COD

DO は, 藻場における表層水の平均値は 7.79 mg/L, 水深 10m 値の平均値は 7.17mg/L となった。レンジは表層値が 8.86~7.34, 水深 10m 値が 7.63~5.88 で, DO については水深 10m 値が若干広いデータ幅となった。

COD については, 藻場における表層水の平均値は 1.64 mg/L, 水深 10m 値の平均値は 1.24mg/L となった。レンジは表層値が 2.53~0.97, 水深 10m 値が 1.95~0.71 となった。

3.3.4 全窒素, 全リン

全窒素は, 表層水の平均値は 0.36 mg/L, 水深 10m 値の平均値は 0.30 mg/L となった。レンジは表層値が 0.82~0.18, 水深 10m 値が 0.74~0.19。

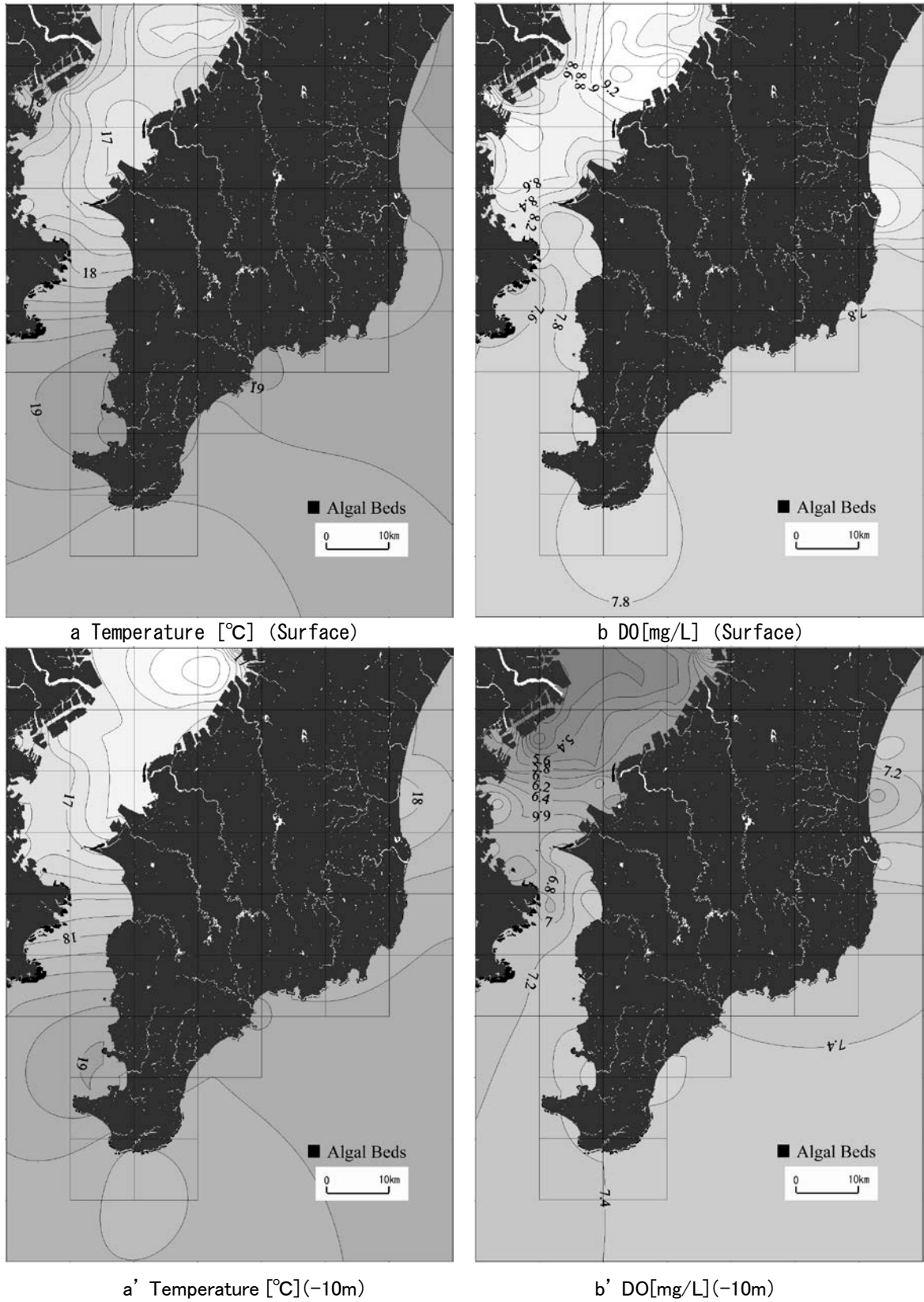


図5 水質と藻場の立地(その1)

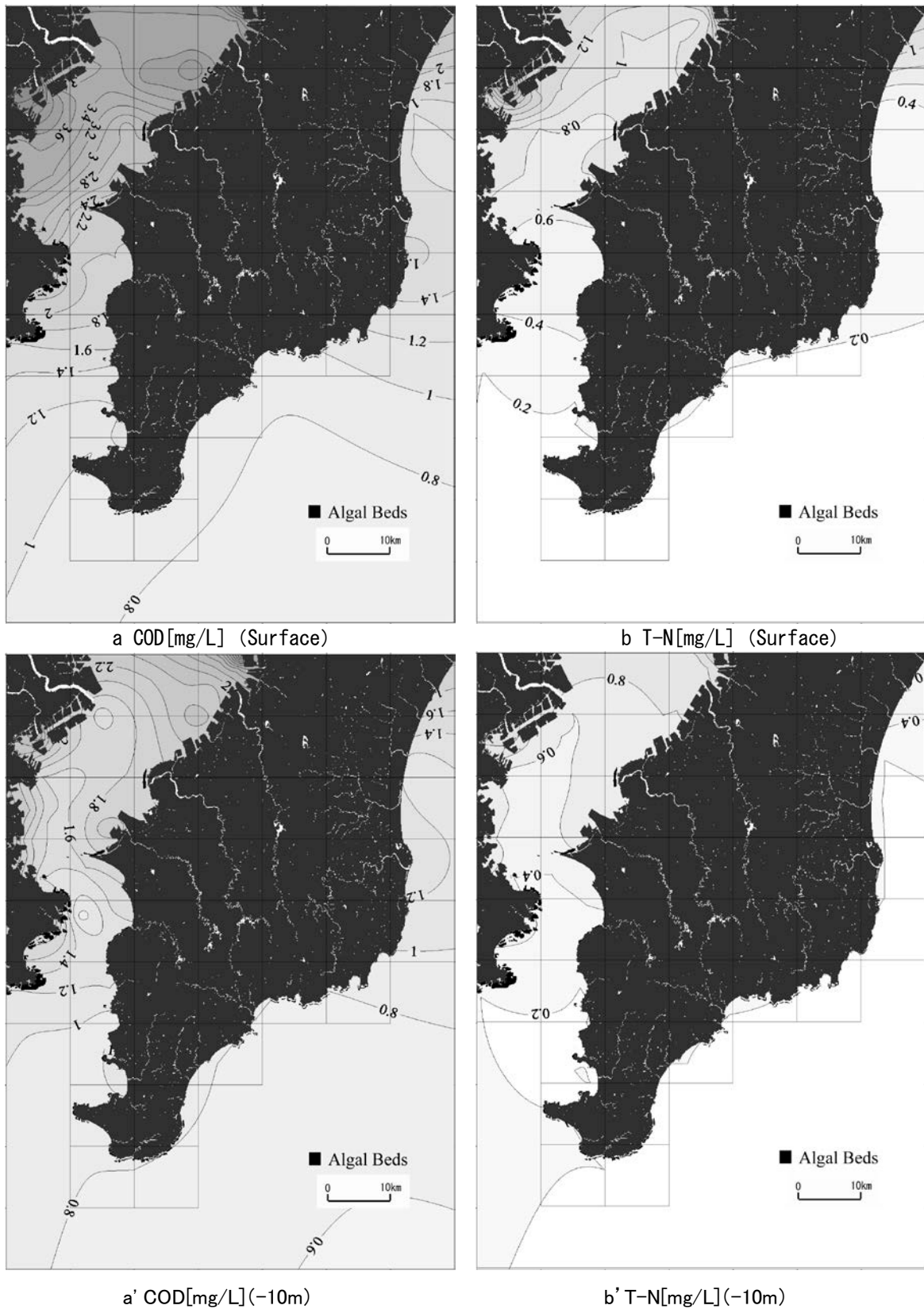
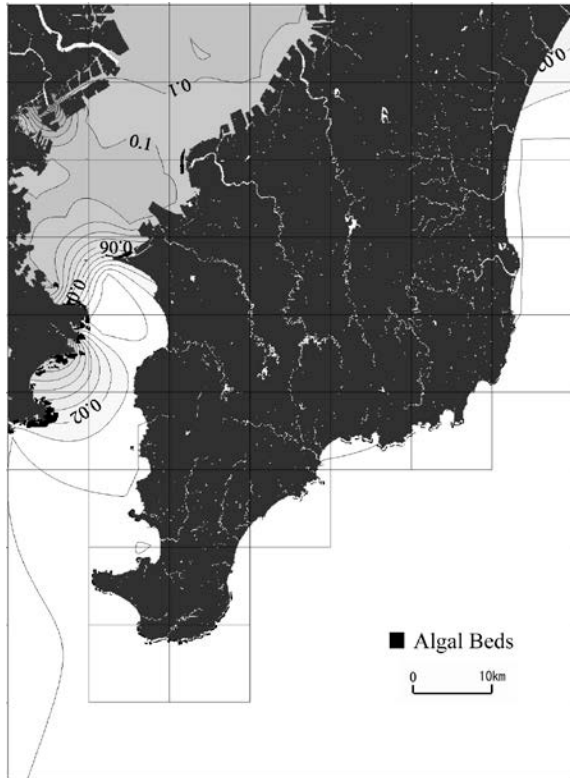
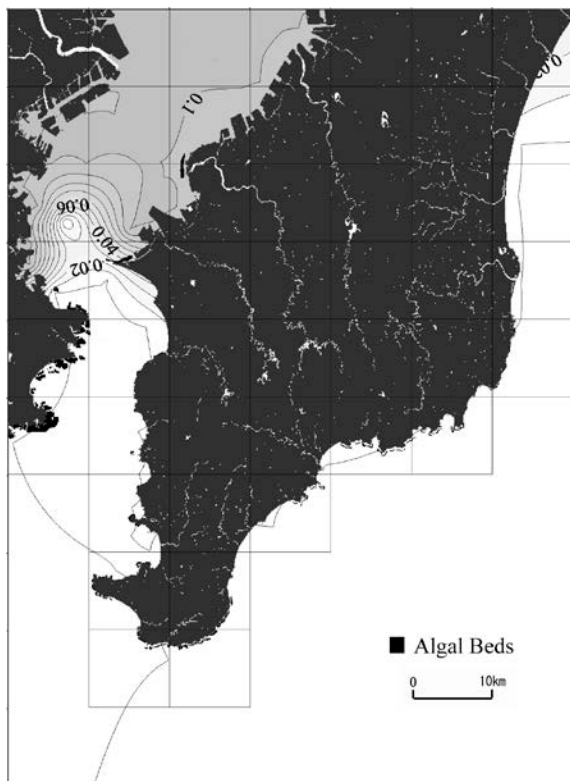


図6 水質と藻場の立地(その2)



a T-P[mg/L](Surface)



a' T-P[mg/L](-10m)

図7 水質と藻場の立地(その3)

全リンについては、表層水の平均値は 0.02 mg/L、水深 10m 値の平均値は 0.01mg/L となった。レン

ジは表層値、水深 10m 値共に 0.10~0.00 となった。

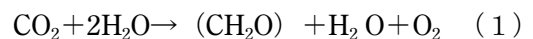
藻場における水質は、各項目とも水質汚濁に関してポジティブな傾向を示す結果となった。水質汚濁が激しい海域では、光合成に必要な水中における照度を低下させることが、このような結果の要因であると考察される。また、水深 10m 値の COD、全リン、全窒素において、東京湾海底谷付近を境にして水質が急激に向上しており、東京湾海底谷に流入する清浄な底層海流^{注2}が影響を与えていることが推察される。逆に、底層海流による栄養塩類の供給という効果は本研究対象領域においては薄いと考えられる。

4. 研究対象領域における藻場造成検討例

ここでは、4 章までみてきた研究対象領域における藻場について、最も効率良く二酸化炭素を消費し、また炭水化物を生産している藻場を選定し、その種の藻場の形成を制限する水質等から造成可能領域を抽出する。

4.1 現存藻場の CO₂ 消費量の推定

藻場を形成する藻類は植物であるので昼間は光合成を行い、太陽光、水、CO₂ から O₂ と炭水化物を作りだす (式 (1))。



また、藻類の種類によって光合成速度が異なり、King.R.J. and Schramm,W(1976)が述べる通り、緑藻、褐藻、紅藻の順で効率がいい。ただし、生息密度も異なるため、単位面積当たりの光合成速度は、種類によってかなり異なってくる。

文献^{3) 5)} データを参考に、日照時間 : 2,127.5 時間/年 (館山市・気象庁)、光合成速度を最大値の 25% と仮定して、単位面積当たり年間 CO₂ 消費量

表 2 光合成速度

The Kind of Algae	Pigment	The Speed of Photothesis ⁽¹⁾ [mgCO ₂ g ⁻¹ h ⁻¹]	The Habitation ⁽²⁾ Density [kgm ⁻²]	The Carbon Dioxide ⁽³⁾ [kgm ⁻²]
A Eelgrass Beds	Brown	18	1.6	15.2
B Sargassum Beds	Brown	18	1	9.5
C Laminaria Beds	Brown	18	7.12	67.7
D Eisenia Beds	Brown	18	1.5	14.3
E Undaria Beds	Brown	18	0.1	1.0
F Gelidium Beds	Red	7	0.225	0.8
G Ulva,Enteromorpha Beds	Green	48	0.2	5.1
H OtherSee-Grass Beds	Green	48	0.2	5.1

⁽¹⁾ King,R.J. and Schramm,W(1976)

⁽²⁾ T.,Uede(2007)

M., Notoya, et al.(2003)

⁽³⁾ = (1) × (2) × 0.25 × 2,127.5

を算定すると、表 2 の通り求めることができる。例えば藻場 C:コンブ場のm²当たり CO₂消費量は、藻場 G:アオサ・アオノリ場の約 35 倍である(ただし本研究対象領域にはコンブ場は存在しない)。以上より、対象領域における藻場による年間 CO₂消費量をそれぞれ算定すると、合計で 308kt・y⁻¹と見積もることができた。種別では、アラメ場:239kt・y⁻¹, アマモ場:39kt・y⁻¹, ガラモ場:29kt・y⁻¹の順となった。単位面積当たりでは表 2 の通り存在しないコンブ場を除くアマモ場が最も効率がいいが、絶対量で優先するアラメ場を事例にして藻場造成を検討する。

4.2 アラメ場の造成検討例

4.2.1 水質を藻場形成要因とした場合のアラメ場造成可能領域

上述のとおり、本対象領域においてはアラメ場が最も多くの CO₂を消費していることから、現存藻場の環境要因を模倣するという概念(寺脇ら, 1995; 中嶋, 2005)に基づき、このアラメ場における各水質のレンジ(表 1)から該当する海域を

順次抽出していく(図 8, 図 9)。

表層水では、水温:341,391ha, DO:372,555ha, COD:195,574ha, 全窒素:148,013ha, 全リン:273,579ha が該当し、水深 10m 値では、水温:335,618ha, DO:354,922ha, COD:247,177ha, 全窒素 165,794ha:全リン:206,526ha が該当する。それぞれ、対象領域 70 万 ha の 21%~53%が該当している。

表層水の水質 5 項目のレンジ全てを満たす海域を抽出すると、図 9-c に示す通り、132,013ha, 研究対象領域の 18.9%となった。また、同様に水深 10m における水質 5 項目のレンジを満たす海域を抽出すると、図 9-c' に示す 157,859ha, 研究対象領域の 22.6%が抽出された。水質 5 項目合成(水深 10m 値)のほうの水質 5 項目合成(表層値)より広い領域でアラメ場を形成できる結果となったが、さらに重ね合わせして絞り込むと、131,518ha, 研究対象領域の 18.8%となった。

さらに、透明度のレンジ(図 10)と重ね合わせると、130,977ha, 対象領域の 18.7%となった(図 11)。

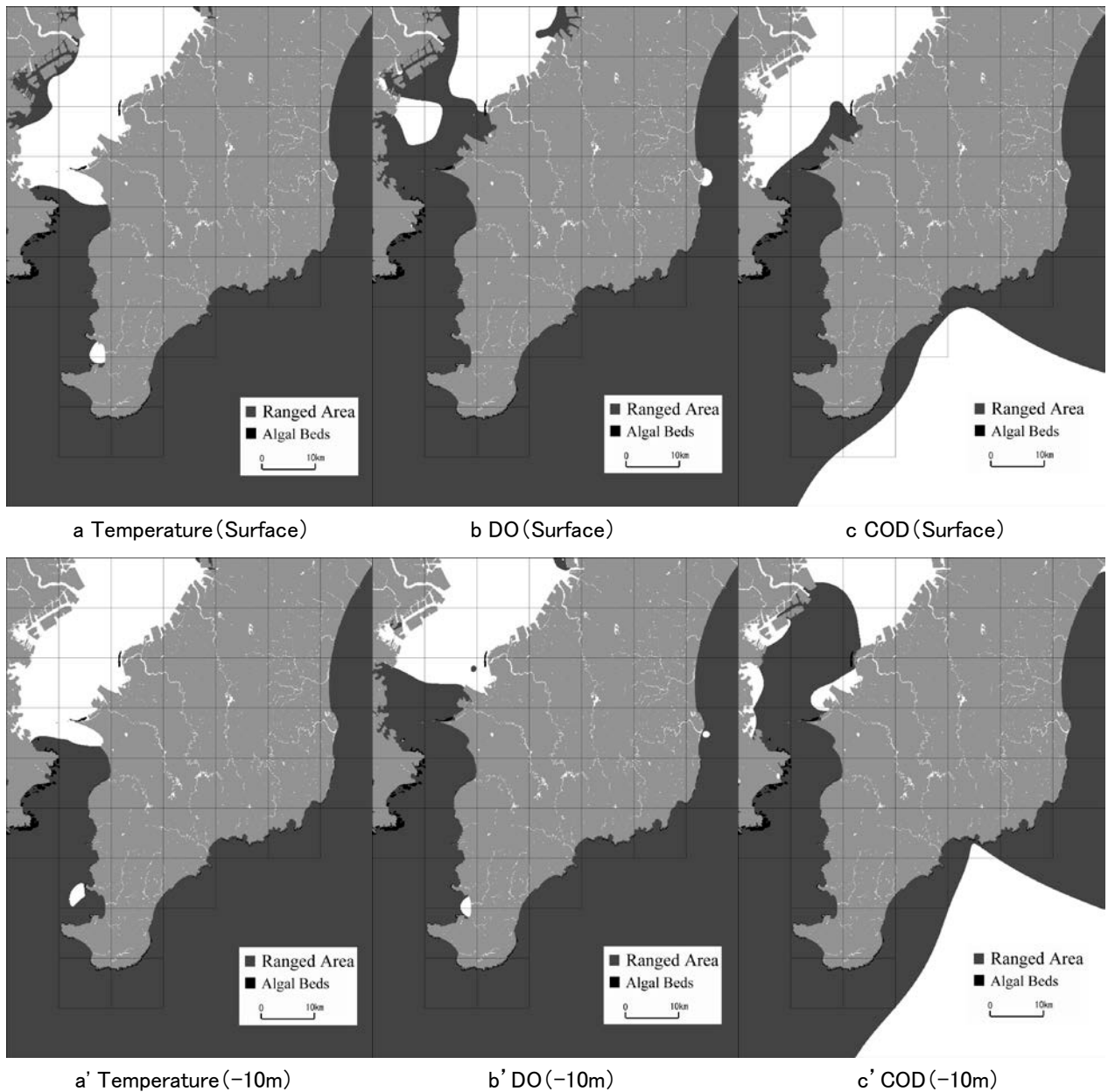


図8 アラメ場造成可能領域の検討(その1)

水質5項目合成(上層値), 水質5項目合成(水深10m値), 透明度と, 最終的な合成図を比較検討すると, 水質5項目合成(上層)と最終的な合成図が類似しており, 表層の水質が藻場の形成に強い影響を与えている事がうかがえる。

4.2.2 その他の要因

以上が「藻場情報：自然環境基礎調査」及び「水質情報：公共用水域水質調査」に基づくアラメ場造成可能領域だが, 実際には, この結果からさらに, 以下のような条件からも検討する必要がある。

・藻場造成技術

藻場造成技術については, 従来より水産分野において検討, 体系化されており, 熊登谷(2003), 国土交通省(2003)等に詳しい。対象としたアラメは光合成ができる水深にある岩礁への付着が生育条件として不可欠であるが, 付着できる^{注3}基質を装着した藻礁や水中人工海底²⁰⁾によって, 藻場形成要因の内の底質と水深に自由度を持たせることができる。ただ, あまりに大水深であると建設や管理上困難となるので, コスト面にも配慮して

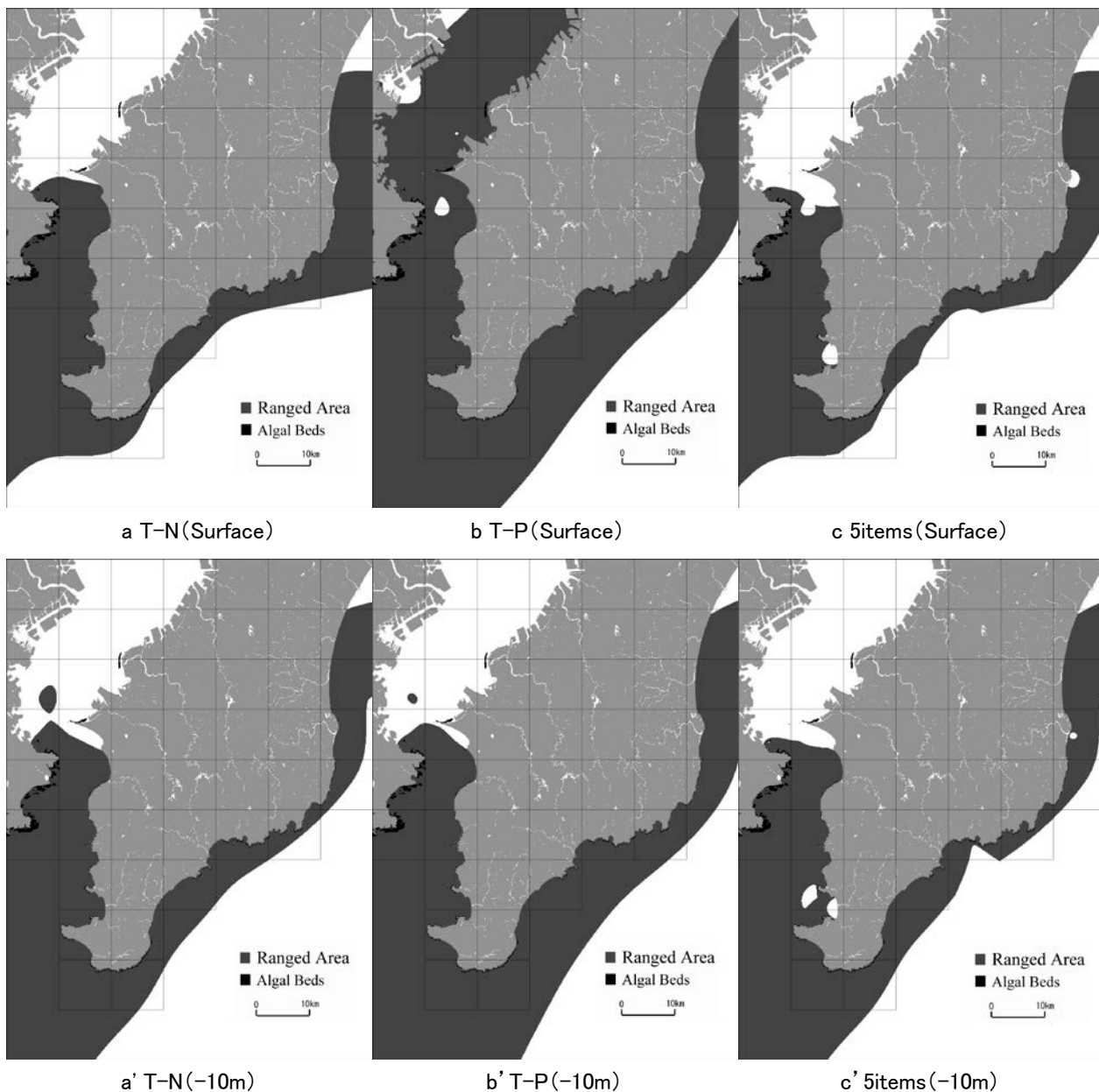


図9 アラメ場造成可能領域の検討(その2)

適度な水深を設定する必要がある。空間情報の視点からみると、水深データによって規定される条件である。

・漁業権

本研究対象領域は房総半島太平洋沿岸を中心として好漁場となっており、共同漁業権が最大で沖30kmまで設定されている(千葉県水産局水産課漁業調整室, 2004)。しかし、それでは図10の領域がほとんど含まれてしまうので、漁業権との利用調整はさけて通れないことが現実である。空間

情報の視点からみると、海岸からの距離によって規定される条件である。

・市場、漁港からの距離

海藻の利活用を考慮すると、輸送費が事業に大きく影響するので市場や工場からの誘致距離は極めて重要な要素である²²⁾。藻場で生産された海藻はいった港に陸揚げされるので、こちらも海岸線に近ければ近いほどよい。

以上を考慮して、海岸線からの距離および水深に着目して、図11(水質からみたアラメ場造成可

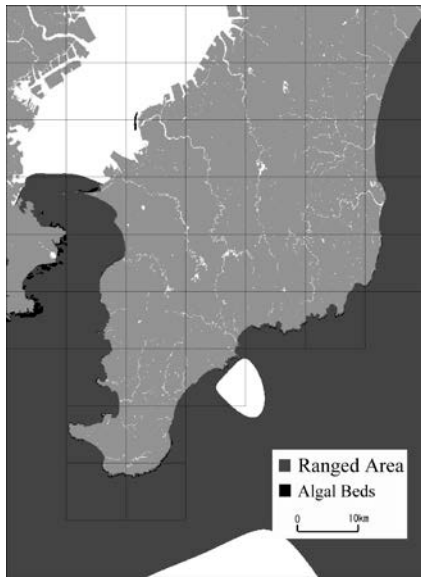


図 10 透明度

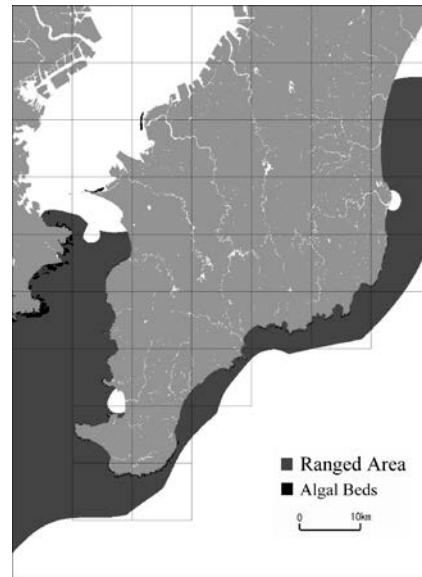


図 11 水質からみたアラメ場造成可能領域(全項目合成)

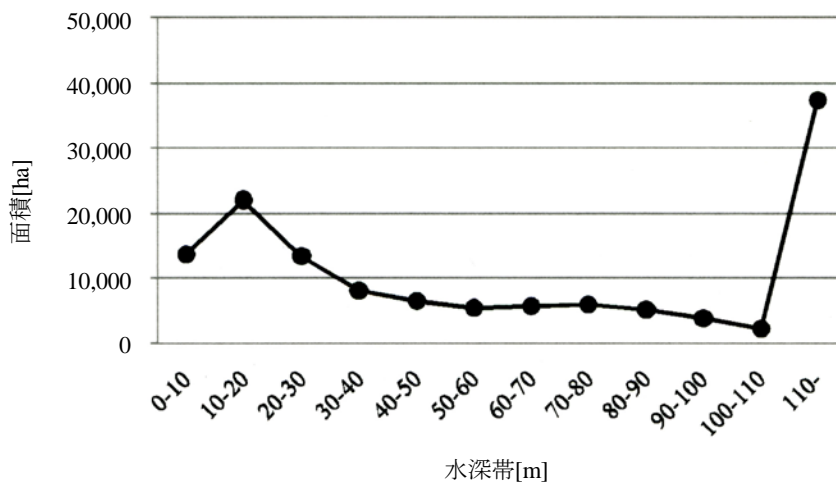


図 12 水深帯別アラメ場造成可能面積

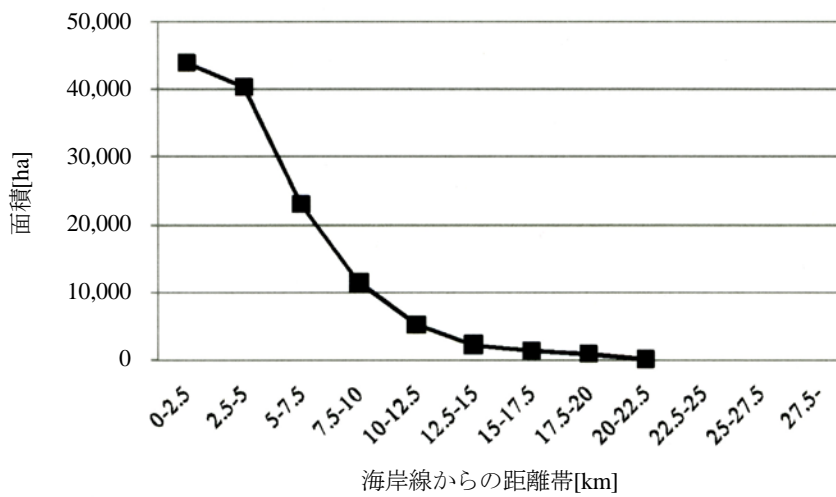


図 13 海岸線からの距離帯別アラメ場造成可能面積

能領域)との空間解析を行った(図 12, 図 13). 図に示されるとおり, 浅海域, かつ海岸線に近い海域で面積が多くなっている.

この結果から, 海岸線からの距離 10km 以内, 水深 50m 以浅という条件を加え, 最終的なアラメ場造成適地をモデル計算すると, 63,518ha となった. 全ての領域で藻場が形成されると仮定すると, 年間 9Mt の二酸化炭素を消費することができる. この内 10%が実現したとしても, 現存藻場全種の 3 倍の規模となる.

藻場形成要因は制御の難易度に差があり⁴⁾, 本事例のように制御しにくい水質と他の要因とで分けて考える必要があると考えられる.

5. 終わりに

以上のように, 房総半島南部沿岸域を対象に, GIS 技術と広域空間情報による現存藻場の立地評価を行い, 藻場造成の可能性の検討を行った. 水深, 透明度, 表層値および水深 10m の二層における DO, COD, 全窒素, 全リンの年間平均値と藻場の立地に関する空間分析を行った結果, 藻場では, 何れの項目も特徴的な値となっていることが判明した. 特に, 水深 10m 値による分析によって得られた東京湾海底谷における底層海流の流入と藻場立地の関係が興味深い.

今回使用した自然環境保全基礎調査(藻場)と公共用水域水質調査の二つのソースは, 全国整備されているとともに複数年用意されており, この二つをデジタル化して併用することによって, 全国での藻場造成の検討に非常に実用的であることが証明された.

また, 宇宙空間からのリモートセンシングによって藻場を特定することは難しいとされているが, 今回藻場立地との関係性が深かった水質を媒介にすることによって藻場の特定ができるようになれば, 成長が速い藻場をリアルタイムでモニタリ

ンができるようになるので, 関連する技術の向上に期待したい.

一方, 藻場から生産される海藻の利活用については, 漁場としての利用に加えて, 食品利用や工業利用の側面からも海藻利用が期待されている^{23) 24)}. これらの技術の向上によって, 造成された藻場で生産される海藻の利活用効率が改善し, 二酸化炭素の固定や循環型工業原料, バイオエネルギーへの利用が促進され, 資源循環型社会の構築を図ることができる. 技術開発が進み, 海藻の利活用が多方面に広がれば, 藻場造成にかかるコスト面の問題も解決に向かっていくと考えられる.

以上本研究では, 藻場データ・二層水質データをベースにした広域空間情報を用いる事により, 藻場を広域的かつ定量的に捉え, 藻場造成の新たな可能性を見出した. 実用化に向けては, 藻場の特性, 造成技術から利活用技術に至るまで, 藻場に係る個々の技術を実証・向上させていくと共に, 総合的に検討していく必要があると考えられる.

謝辞

本研究は, 平成 20 年度文部科学省私立大学学術研究高度化推進事業(学術フロンティア推進事業), 『生命工学に基づく資源循環型社会の構築に関する研究』の一部である.

環境省水・大気環境局水環境課閉鎖性海域対策室 正賀充氏, 渋谷豊氏, 株式会社環境形成研究所 星野高士氏, また, 日本沿岸域学会研究討論会 2008 において, 会場・司会・指定討論者の方々より有益な助言を得た. 匿名差読者の方々も合わせて, 以上の関係各位に感謝致します.

補注

- 1) 水産分野においては, 漁場創生のために従来より検討されているが, 昨今は地球温暖化問題の顕在化により環境分野で注目されており,

東京湾におけるアマモ場造成等が推進されている。また総合的な政策研究としては東京水産振興会・東京海洋大学のオーシャンサンライズ計画、三菱総研のアポロ&ポセイドン計画¹⁾などがある。

- 2) 海洋深層水学会によると、低温・清浄・富栄養（肥料）で水深 200m 以深の海水全般を海洋深層水と定義されており、底層海流により海底谷付近で湧昇するとされている。
- 3) 台風等の波浪によって引き剥がされたり、壊死して株数が減少した場合でも、影響は一時的であり、環境条件が整えば速やかに復旧する（新井, 2003）。

引用・参考文献

- 1) 三菱総合研究所, 2005: 新生アポロ&ポセイドン計画, <http://www.mri.co.jp/>
- 2) 藤田大介: 海底湧水によって維持される藻場, 海洋, Vol.36, No.11, pp. 810-815, 2004
- 3) 熊登谷正浩: 藻場の海藻と造成技術, 成山堂書店, 259p, 2003
- 4) 新村陽子・吉田五郎・玉置仁・寺脇利信: 広島湾に生息する大型褐藻群落の内部における光環境の違い, 水産工学, Vol.41, No.2, pp.133-138, 2004
- 5) 川井唯史: 北海道日本海沿岸における大型海藻群落の保全と造成に関する研究, 水産工学, Vol.41, No.2, pp.219-224, 2004
- 6) 長谷川一幸・山本正之・北野慎容・岡本信: 藻場における大型海藻類の生育適地評価手法としての HIS モデルの適合性の検討, 水産工学, Vol.43, No.3, pp.207-210, 2007
- 7) 山北剛・仲岡雅裕・近藤昭彦・石井光廣・庄司泰雅: 東京湾富津干潟における海草藻場の長期空間動態, 保全生態学研究, Vol.10, pp.129-138, 2005
- 8) 吉田正人・河内直子・仲岡雅祐: 市民参加型モニタリングとリモートセンシングとの統合利用による海草藻場の空間動態解析, 保全生態学研究, Vol.12, pp.10-19, 2007
- 9) 中嶋泰: 藻場造成の適地選定手法について, 水産工学, Vol.42, No.2, pp.159-163, 2005
- 10) 寺脇利信・新井章吾・川崎保夫: 藻場の分布の制御要因を考慮した造成手法, 水産工学, Vol.32, No.2, pp.145-154, 1995
- 11) 大本茂之・鳥井正也・間庭達也・国次純: ニューラルネットワークによるアマモ場の分布制限要因の推定について, 水産工学, Vol.43, No.1, pp.1-8, 2006
- 12) 環境省: 第4回自然環境保全基礎調査, 海域生物環境調査報告書, 第2巻, 藻場, 1994
- 13) 徳田廣: 海洋資源養殖学, 緑書房, 1987
- 14) 安藤晴夫・柏木宣久・二宮勝幸・小倉久子・山崎正夫: 東京湾における水質平面濃度分布の変遷と特養, 東京都環境研究所年報 2002, pp.97-104
- 15) Noel Cressie: The Origins of Kriging, *Mathematical Geology*, Vol.22, No.3, pp.239-252, 1990
- 16) 藤原建紀・高橋鉄哉・山田佳昭・兼子昭夫: 東京湾の貧酸素水塊に外洋の海況変動が及ぼす影響, 海の研究, Vol.9, No.6, pp.303-313, 2000
- 17) King, R.J. and Schramm, W.: Photosynthetic rates of benthic marine algae in relation to light intensity and seasonal variations, *Mar. Biol.*, 37, pp.215-222, 1976
- 18) 国土交通省港湾局・海の自然再生ワーキンググループ: 海の自然再生ハンドブック, 藻場編, 2003
- 19) 新井章吾: 生態的特性とその応用・アラメとカジメ, 藻場の海藻と造成技術, pp.100-112,

成山堂書店, 2003

- 20) 荒見敦史・小林昭男・高木儀昌：水中人工海底による浮体構造物の高密度係留方法の提案, 日本沿岸域学会研究討論会講演概要集, NO.21, pp.155-156, 2008
- 21) 千葉県水産局水産課漁業調整室：漁業権漁場図, <http://www.pref.chiba.jp/nourinsui/12suisan/gyogyo.html>, 2004
- 22) 中澤公伯・三井和男・西恭一・宮崎隆昌・星野高士・島村隆夫：房総半島沖合い漁場の位置情報と海洋環境特性・漁港立地の空間的關係性, 日本沿岸域学会誌, Vol.18, No.4, pp.55-66, 2005
- 23) K.Nakazawa, K.Nakagawa and H.Kohno : Sustainable Usage of Sea Algae by Hydrothermal Gasification , Proceedings of 8th International Conference on Separation Science and Technology, CD-ROM, 2008
- 24) 山田信夫:海藻利用の科学, 成山堂書店, 2000

著者紹介



中澤公伯（正会員）

日本大学生産工学部研究員（千葉県習志野市泉町 1-2-1），昭和 48 年生まれ。平成 14 年日本大学大学院生産工学研究科建築工学専攻博士後期課程修了，同年（株）環境形成研究所入社，平成 16 年より日本大学勤務，博士（工学），技術士補（建設部門），日本建築学会，GIS 学会等会員。

E-mail : nakazawa@cit.nihon-u.ac.jp



岩下圭之（非会員）

日本大学生産工学部土木工学科准教授，昭和 55 年日本大学大学院理工学研究科土木工学専攻博士前期課程修了，同年日本大学勤務。土木学会，日本リモートセンシング学会等会員。専門はリモートセンシング，測量学。



大木宜章（非会員）

日本大学生産工学部土木工学科教授，昭和 19 年生まれ。昭和 44 年日本大学大学院理工学研究科建設工学専攻修士課程修了，工学博士。廃棄物学会，下水道学会等会員。専門は環境工学，衛生工学。



宮崎隆昌（正会員）

日本大学生産工学部建築工学科教授，昭和 19 年生まれ。昭和 45 年日本大学大学院理工学研究科建設工学専攻修士課程修了，同年日本大学勤務。平成 2 年ペンシルバニア大学大学院客員研究員。工学博士。日本建築学会等会員。専門は地域計画，漁村計画。



神野英毅（非会員）

日本大学生産工学部応用分子化学科教授，昭和 18 年生まれ。昭和 48 年京都大学農学研究科農芸化学専攻博士課程修了，同年株式会社三菱化学入社，昭和 61 年岐阜大学より医学博士号取得，平成 12 年より日本大学生産工学部教授，農学博士，医学博士。専門は分子生物学，免疫化学。

General Site Characteristics of Algal Beds by Large Scale Spatial Information For its Effective Usage and Application

Kiminori NAKAZAWA, Keishi IWASHITA, Takaaki OKI,
Takamasa MIYAZAKI and Hideki KOHNO

ABSTRACT : This research, sampling southern part of Boso Peninsula, investigates site characteristics of algal beds by large scale spatial information. Spatial analysis between water quality and algal beds had brought some specialties of the algal beds. We assimilated the appropriate candidate sites for the generation of algal beds with the carbon dioxide consumption under consideration. This produced the data that creating algal beds in the depths of less than 50m could be 30 times more effective in consuming carbon dioxide, than the current status. These numbers are based on the maximum values of our simulation without any economical effects such as traffic, fishery, and adjustment between them under consideration. There are indeed enormous positive implications regarding generating algal beds, especially, the consumption of carbon dioxide.

KEYWORDS : *Algal Bed, GIS, Spatial Information, Water Quality*