

海浜変形予測手法によるアマモ場成立条件の現地への適用

中瀬 浩太*・田中 裕一**

1. はじめに

アマモ場とは、日本沿岸浅海の砂泥域に広く分布する海産植物のアマモを主体とする海中植物群落である。アマモ場は布施（1962）が述べているように、各種海産生物のいろいろな発育段階における生活空間として、沿岸生態系や水産資源の増殖に重要な役割を担っていることが知られている。また、近年の環境問題にかかわる関心の高まりにより、アマモ場の維持、造成、回復等についての技術開発に対する要請が増加するものと考えられる。

アマモ場を人工的に造成する試みは、主に育成や移植といった生物学的観点より実施されている。しかし、実海域にアマモ場を造成する場合の波浪や漂砂移動等の物理的外力条件については、まだ知見が乏しい。

アマモは沿岸の砂泥域に分布することから、その分布を規定する要因の一つに、砂の移動状況などにより表現される海底の安定性があることが考えられる。しかしながら、アマモ場の成立にかかわる物理的条件、特に波浪、流況および砂の移動等の条件を明らかにした調査研究例は少なく、アマモ場分布の岸側の限界を砂の移動状況を表すシールズ数で表そうとする研究がみられる程度であった(丸山ら, 1987; 川崎ら, 1991)。

アマモ場造成を行う場合、平面的にどこまでの範囲がアマモ場となり得るか、およびアマモ場を造成する場所の外力制御目標を把握することが重要である。これらを現地調査より求めると多大な労力と時間がかかる。これに数値計算適用できれば、アマモ場造成を検討する場合の有力な手段となることが期待される。

この観点から中瀬ら（1992）は千葉県富津市のアマモ場について、アマモ分布調査と波浪や砂の移動に関する数値計算を同一海域で行い、両者の比較により、物理的外力条件からアマモの分布範囲を把握することを試みた。

本研究ではここで提案されたアマモ場の分布条件を地形条件の異なるアマモ場に適用し、その妥当性を検討し

た。

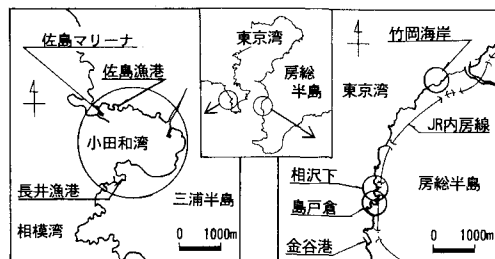
2. アマモ場分布推定範囲の現地に対する適用

2.1 検討対象地点

図一1に示す千葉県富津市および神奈川県横須賀市のアマモ場に中瀬ら(1992)による、海浜変形予測モデルを用いたアマモ推定分布範囲を適用し、その妥当性を検討した。

相沢下地点と島戸倉地点では、流況調査とアマモ分布調査を行った。また、小田和湾のアマモ場では、地形データおよびアマモ分布状況には既存の調査結果を用いた。

相沢下および島戸倉地点のアマモ場では、図—2に示すように海浜流数値計算と整合させた10 m×10 mのメッシュを設定し、このメッシュを基準にアマモ分布、流況、および底質の調査を行った。



図一1 アマモ場分布検討地点

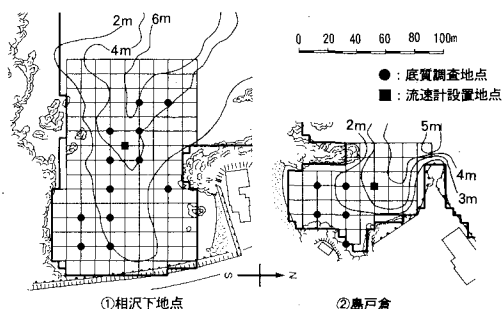


図-2 相沢下・島戸倉地点現地調査メッシュ

* 正会員 五洋建設(株) 土木設計部

五洋建設(株) 技術研究所

相沢下・島戸倉地点のアマモの分布状況はアマモ場の縮小する冬期(1991年1月)と最も拡大する初夏期(1991年6月)の2回にわたり、10 mごとに印をつけたロープを陸上設標点より海中に伸長し、これに沿って潜水士がメッシュ内のアマモ被度および周辺海底状況を目視観察した。

流況については水圧センサー付き電磁流流速計による1991年1月28日12時より29日12時までの24時間の連続測定、および携帯式流速計による平面分布調査をおこなった。

小田和湾地点では、地形データに海上保安庁発行の海図第92号および海底地形図第6363号⁵を用いて、検討範囲内に50 m×50 mのメッシュを設定し、これに川崎ら(1988)によるアマモ分布状況等の調査結果を当てはめた。

2.2 アマモ分布状況

相沢下と島戸倉地点は、湾口部に浅瀬が存在し、高波浪時にはこの部分で碎波が観察される。これらの地点は図-3に示すように両地点とも岩礁に囲まれた湾であり、湾の中央部から湾奥部の砂泥域にアマモが分布している。

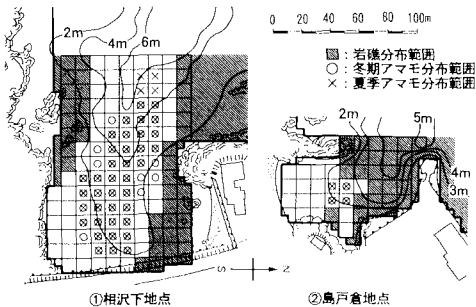


図-3 相沢下・島戸倉地点の地形およびアマモ分布

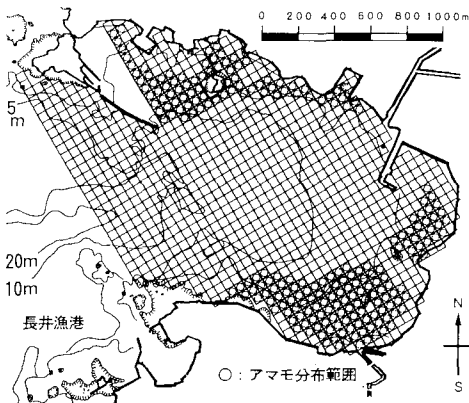


図-4 小田和湾地区の地形およびアマモ分布

底質中央粒径は相沢下地点では0.14~0.39 mm、島戸倉地点では0.17 mm~0.34 mmであった。相沢下地点では、湾内の岩礁以外のほとんどの部分にアマモが分布している。また、島戸倉地点では、湾の奥部の一部分のみにアマモが分布している。両地点ともアマモは密生分布しており、周年ほぼ同じ範囲に出現する。なお、周辺の岩礁部分はホンダワラ類およびカジメといった大形褐藻が分布している。

また、小田和湾地点のアマモ分布状況を図-4に示す。川崎ら(1988)によれば、本地点のアマモ場はアマモとタチアマモより構成されており、アマモ場分布範囲の底質は中央粒径0.14~0.44 mm、分布水深は0.9~4.2 mである。また、湾内の流速は5 cm/s以下、砂面変動は1~2 cm/月程度である。なお、岩礁の存在している部分ではアラメ・カジメが分布している。

2.3 海浜流数値計算

各検討対象地点について、現地適用性が確認されている清水ら(1991)による3次元海浜変形予測モデルを用い、海浜流および底質移動に関するシミュレーションを行った。

なお、相沢下、島戸倉地点については湾口部の波浪進入方向側に浅瀬が存在し、さらにその後背部分で水深の増減が見られるため、数値計算を行う上で碎波の考慮に磯部(1986)の式をもちいた。この方法は清水ら(1992)により現地適用性が確認されている。

数値計算に用いる波浪条件はアマモにとって平均有義波高よりもやや条件の厳しくなる条件を考えた。

千葉県富津市の相沢下、島戸倉地点では中瀬ら(1992)の調査地点の至近であるため、これと同様の有義波高1 m、周期4秒、代表波の波向きは調査メッシュの汀線直角方向に対して22.5°とした。この波浪条件は通常見られる(未超過出現率90%、3回/月程度に相当)やや高波浪の状態に相当するものである。

小田和湾地点では、検討に用いる波浪条件が通常状態であること、および竹岡海岸地点と同様に北側および東側が遮蔽されていることから、波浪条件は千葉県側に近いものと考え、これと同じ波高、周期を用いた。また、代表波の波向きは三浦気象観測所の1985年1月1日~1989年12月31日までの地域気象観測資料による風況データより、強風はSSWからWSW方向より吹くものと考え、調査メッシュの汀線直角方向に対して0°の方向から入射するものとした。

数値計算に用いた底質条件は、現地調査結果および既存調査結果を参考に相沢下および島戸倉地点では粒径0.22 mm、底質代表密度2.65 g/cm³、小田和湾地点では底質代表粒径0.35 mm、底質代表密度2.65 g/cm³とし、各地点とも岩礁域を含む全計算領域にわたり一様に十分

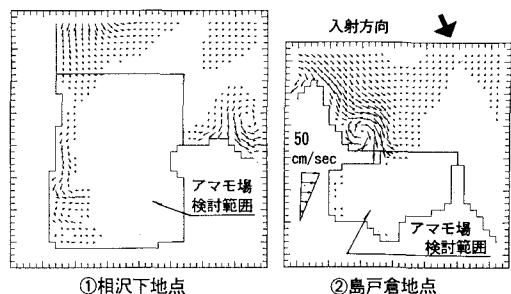


図-5 相沢下・島戸倉地点の流況計算結果

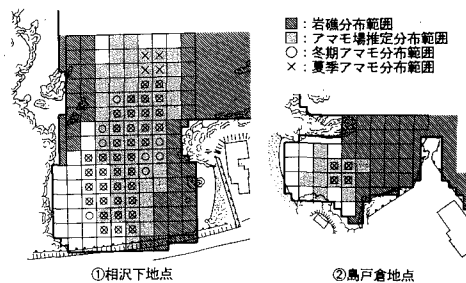


図-7 相沢下・島戸倉地点の推定アマモ場分布範囲

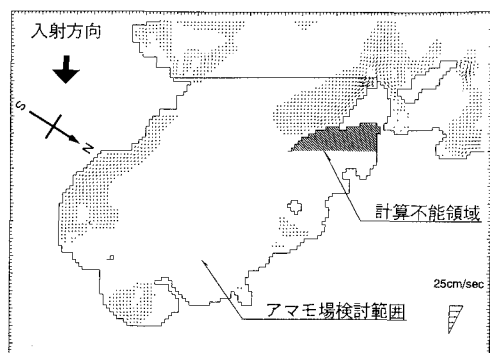


図-6 小田和湾地点の流況計算結果

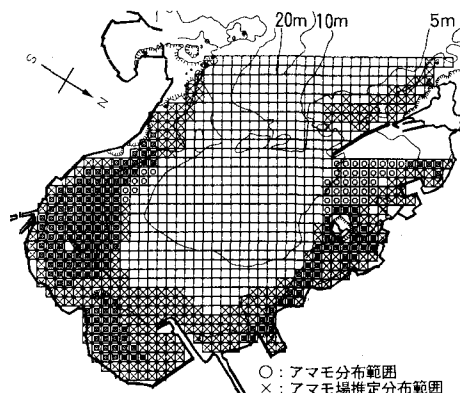


図-8 小田和湾地点の推定アマモ場分布範囲

な層厚で砂が分布していると仮定した。

それぞれの調査地点の数値計算による流況ベクトル平面分布状況を図-5, 6 に示す。

相沢下地点では碎波後の浅瀬部分で大きな流速が発生している。また、島戸倉地点では湾の入り口部分で複雑な流れが発生している。

小田和湾地点は、入射方向側に半島や浅瀬があるため湾内では 4 cm/s 以上の流速は発生しなかった。このことは、川崎ら (1988) による湾内の実測値と整合している。

2.4 アマモ推定分布範囲のあてはめ

中瀬ら (1982) によるアマモ場の推定分布範囲である流速スカラー量 7 cm/s 以下、シールド数 0.6 以下、および地形変化量 $-0.5 \sim 4.0 \text{ cm/日}$ というアマモ場推定分布条件を各検討対象地点のアマモ場に適用させた。なお、相沢下と島戸倉地点では、底質条件は明らかにアマモの分布しない転石および岩礁部分を除外した他は、考慮しなかった。また、小田和湾地点では、底質条件は考慮しなかった。

水深条件は相沢下と島戸倉地点では周辺のアマモ分布限界水深より -5.5 m 以下、小田和湾地点では川崎ら (1988) より -4.2 m とした。

これらの条件による各地点のアマモ場推定範囲を図-

7, 8 に示す。

相沢下地点では 42 メッシュの推定範囲のうち 77.5 % にアマモが分布していた(冬期分布域)。また、全アマモの 73.8 % が推定範囲内に分布していた。

島戸倉地点ではアマモは全て推定範囲内に出現した。また、推定範囲 11 メッシュのうち 36.4 % の範囲にアマモが分布していた。

小田和湾地点ではアマモ分布推定範囲 425 メッシュの 42.4 % にあたる 180 メッシュにアマモが分布していた。また、全アマモの 82.6 % が推定範囲内に存在していた。

いずれの地点においても、検討範囲は実際のアマモ場範囲を含む範囲を示しており、この推定条件は概ね妥当であると言える。

なお、相沢下地点ではアマモの分布が見られた湾奥部左岸側(南側)部分でアマモの分布範囲が示されていないかった。

この部分は、流況数値計算において $20 \sim 30 \text{ cm/s}$ 程度の比較的速い流れが見られたが、携帯流速計による測定では、数 cm/s 以上の流速は実測されなかった。

3. 考 察

3.1 検討対象地点の物理特性

今回の数値計算結果によって得られたアマモ分布範囲の物理条件は、図-9に示すように、中瀬ら(1992)によるアマモ場推定条件の設定に用いた竹岡海岸に比較して相対的に小さい傾向が見られた。このことにより今回の検討範囲では水深が適正である岩礁以外の全範囲がアマモ場分布範囲であることになった。換言すれば、水深が範囲内であれば、物理的条件が適正な場所で、底質がアマモの存在しない岩礁や転石以外の場所にはアマモ場が形成されることを示している。

中瀬ら(1992)によるアマモ場推定分布範囲は、検討対象とした竹岡海岸のアマモが広い物理的範囲に分布していたために、環境要因としてはやや過大な範囲を示す

ことになってしまう。このため、各検討対象地点におけるアマモ分布地点の流速、シールズ数、および地形変化量の分布状況を検討した。

表-1に波高1m、周期4秒における漂砂の移動形態および侵食、堆積傾向別に調査対象メッシュのうちアマモが分布しているメッシュ数を表した。なお、シールズ数による漂砂の移動状態の区分は清水ら(1990)により、砂の侵食および堆積別に、シールズ数が0.2以下の場合を掃流状態、0.2~0.5の場合が掃流状態、0.5以上の場合がシートフロー状態としている。

相沢下、島戸倉および小田和湾ではアマモ分布範囲の流速、シールズ数および地形変化量は、ほとんど同様の出現傾向であるが、アマモ分布推定に用いた竹岡海岸地点ではその他の地点とやや異なり、アマモ分布地点の物理的条件は外力が大きい側に偏在している傾向が見られた。

また、今回の検討対象地点のアマモ分布地点の物理量の範囲は、中瀬ら(1992)の検討によるアマモ場分布範囲よりもさらに静穏な場所であることが明らかとなった。

3.2 アマモの生態特性との関係

中瀬ら(1992)では、アマモの分布条件を生態特性より考慮した外力条件を「種子に対しては適度な堆積傾向、成長したアマモ場に対しては地下茎や芽が露出しない程度までの砂移動」としている。

しかし、今回の検討対象地点では表-1および図-9に示したように、アマモは堆積傾向の範囲に分布していたものの、砂の移動状態はほとんど場合掃流状態であった。すなわち、竹岡海岸のアマモ場は今回の検討対象地点よりも底質が不安定な場所にも分布が広がっているといえることができる。

アマモには、数年間の寿命をもつものと、1年生のタイプがある。竹岡海岸地点では、アマモ場は初夏期には分布を大きく広げるが、夏期以降アマモの被度が小さくなり、さらに分布範囲も縮小する。これに対して、今回調査を行った相沢下、島戸倉地点ではアマモは周年かなりの密度で分布し、かつ分布範囲の変動が少ない。なお、川崎ら(1988)によれば小田和湾地区においてもアマモは周年存在しているようである。

このことから、アマモは推定範囲内で、

表-1 各地点別漂砂状態別アマモ分布メッシュ数

検討地点		相沢下		島戸倉		小田和湾		竹岡海岸	
		アマモ存在	全メッシュ	アマモ存在	全メッシュ	アマモ存在	全メッシュ	アマモ存在	全メッシュ
堆積領域	掃流状態	28	65	2	12	142	733	4	171
	浮遊状態	5	22	0	6	1	16	37	138
	シートフロー状態	1	8	0	1	0	1	3	110
侵食領域	掃流状態	7	19	2	20	74	197	4	31
	浮遊状態	1	10	0	5	4	16	8	63
	シートフロー状態	0	11	0	0	0	1	0	71
アマモ存在メッシュ数		42		4		221		56	
全メッシュ数		135		44		964		584	

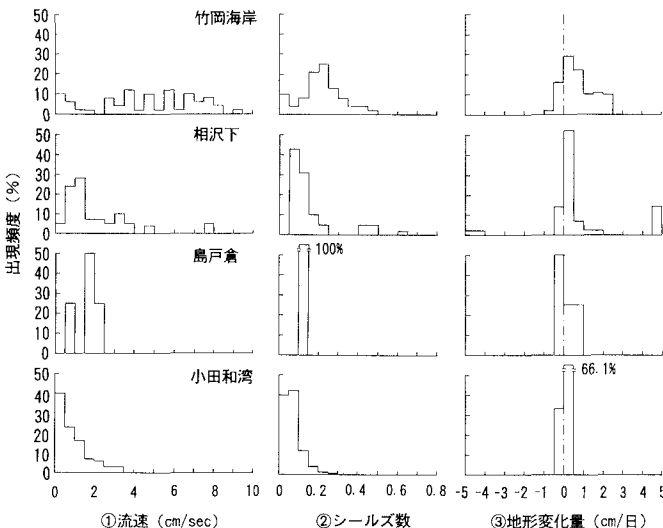


図-9 各地点別物理的外力条件分布頻度

より底質状況が安定的な場所では周年群落を維持するが、底質が移動しやすい状態であれば、アマモ群落は季節的消長を繰り返すことが推察される。したがって、アマモ群落を周年維持しようとする場合には中瀬ら(1992)が示した推定範囲よりさらに静穏な状況を維持する必要があると考えられる。

5. おわりに

本検討では海浜変形シミュレーション結果を用いて得られたアマモ場の範囲を表す条件を、複数のアマモ場に適用し、その妥当性を検討した。

中瀬ら(1992)によるアマモ場推定範囲は、そのまま実海域に当てはめた場合に、アマモの分布範囲を概略的に把握できることを示した。そして、水深と底質条件が適切であれば、この範囲内のどこでもアマモ場が成立しうることが示された。しかし、このことはアマモの分布には水深や底質が岩か砂泥かということが、アマモ場成立の重要な要因となっていることも示している。

また、アマモの分布を漂砂移動形態および地形変化量を検討し、アマモが周年分布するか繁殖、生存条件は漂砂の移動と良く整合していることを表した。しかし、アマモ場はその群集の年変化によっても、その成立条件が異なることが考えられ、単一の推定条件だけでアマモ場の成立を検討する事には問題が残る。

今後はさらに多くのアマモ場について同様の検討を行

い、データの蓄積を行ってゆく必要がある。

なお、本研究を行うにあたりアマモの現地調査を御快諾頂いた天波漁業協同組合の方々にお礼申し上げます。また、本稿執筆に際し有意義なアドバイスを頂いた五洋建設(株) 今村 均主任に感謝の意を表する。

参考文献

- 磯部雅彦(1986): 放物型方程式を用いた不規則波の屈折・回折・波浪変形の計算法, 第33回海岸工学講演会論文集, pp. 134-138.
- 川崎保夫・飯塚貞二・後藤 弘・寺脇利信・渡辺康憲・菊池弘太郎(1988): アマモ場造成法に関する研究, 電力中央研究所総合報告, U14, 231 p.
- 川崎保夫・石川雄介・丸山康樹(1991): アマモ場造成の適地選定法, 沿岸海洋研究ノート, pp. 136-145.
- 清水琢三・野谷 斎・近藤浩右・西 祐二・山本正明(1989): 海浜変形予測手法の現地適用性に関する研究, 海岸工学論文集, 第36巻, pp. 404-408.
- 清水琢三・近藤浩右・渡辺 晃(1990): 局所漂砂量判定式の現地適用性に関する研究, 海岸工学論文集, 第37巻, pp. 274-278.
- 清水琢三・鶴飼亮行・原 基久・磯部雅彦(1992): 多方向不規則波の屈折・回折・波浪変形計算法の現地適用性, 海岸工学論文集, 第39巻, pp. 181-185.
- 中瀬浩太・田中裕一・桧山博昭(1992): 海浜変形予測手法を用いたアマモ場成立条件に関する研究, 海岸工学論文集, 第39巻, pp. 1006-1010.
- 丸山康樹・五十嵐由雄・石川雄介(1987): アマモ場適地選定手法, 第34回海岸工学講演会論文集, pp. 227-231.