

地理情報システムを活用した 沿岸漁場情報の統合

実施機関名：独立行政法人水産総合研究センター
水産工学研究所水産土木工学部

担当者名：開発システム研究室 明田定満

調査実施年度：平成11-13年度

1. 緒言

1. 1 社会背景

近年、環境保護意識が高まる中で、「Sustainable Development 持続ある開発」が強く要請されており、環境影響評価法の制定や環境保全を目的とする河川法、海岸法、港湾法の改正が行われてきた。水産施策においても「水産資源の効率的利用（生産性向上）」から「水産資源の持続的利用（再生産確保）」へ転換を図るために、持続的養殖生産確保法や水産基本法の制定、漁港法の改正（漁港漁場整備法）が行われた。

生態系に配慮した漁港漁村あるいは漁場等の水産基盤整備を図るためには、沿岸域の環境情報や生物生態情報に基づく総合的な検討を行い、適切な事業内容を決定することが必要不可欠である。しかしながら、従来、沿岸域の環境情報や生物生態情報は断片的である上に、事業化に向けた集約と整理検討が不十分であることに起因して、最適な事業計画が立案されてきたとは言い難いのが実情であった。

1. 2 情報を集積し統合することの重要性

生態系に配慮した水産基盤整備を検討するためには、総合的一元的に管理された沿岸域環境情報、生物生態情報に基づき検討を進めることが重要である。しかしながら、沿岸域の地理的情報を含む各種環境データ（波浪、潮流、水質、底質、生物分布、リモートセンシングデータ等）は、海域単位、湾単位、事業目的に従い個別に測得されてきたため、調査仕様が統一されておらず、測得データの多くは時空間的に不均質、不連続である。同様に、漁業情報や生物生態情報についても、時空間的に不均質、不連続である上に水産有用種に限定されている場合が多い。さらに、沿岸域情報の多くは記録媒体が紙であること、電子情報も記憶様式が異なることが多い。

1. 3 何故、地理情報システムなのか

時空間的に不均質、不連続であるが地理的情報を含み、記録媒体の多くが紙、電子情報も記録型式が異なるデータの共有手段として、電子地図とデータベースを結合した地理情報システム（Geographic Information System、以下 GIS という）が脚光を集めている。自動車の道路走行案内システム（Car-navigation System）は、GIS の利用分野としては最も知られているが、従来、陸域では、GIS は公共施設（電話、電気、ガス、上下水道等）管理のみならず、都市地域計画（道路計画、土地利用計画、防災計画、環境管理計画等）策定、商品の配送計画、マーケティング等営業戦略上の意思決定等、様々な分野で幅広く実務レベルで活用されており、行政分野での利活用も急速に進みつつある。

GIS の整備と相互利用の推進が閣議決定（H9.5）されて以降、建設 CALS（Continuous Acquisition and Life-cycle Support）、港湾 CALS 等公共事業を巡る公的情報の電子化の動きに即応した形で、陸域では数値地図 2500 等主要な地理情報の電子化等、GIS の利用環境

は格段に整備されてきた。一方、海域では電子海図の刊行（1998年以降）、沿岸の海の基本図デジタルデータの刊行（2001年以降）等、空間データ基盤が順次電子化され始めている。また、各種統計や台帳データについても徐々に電子化されつつある。

水産分野では、ナホトカ号（1997）、ダイヤモンドグレース号（1998）等の油流出事故を契機にして、GIS 利用が始まった。従来、日本沿岸海域を対象とした電子地図が皆無であったため、沖合遠洋域における回遊性浮魚類の資源解析への利用（例えば、海洋版 GIS Marine Explorer、株式会社環境シミュレーション研究所、<http://www.esl.co.jp>）、陸域（河川湖沼）の希少資源管理等の僅かな事例を除いて、海域特に沿岸域を対象とした水産 GIS 研究は殆ど皆無であった。近年、沿岸域情報の電子化に伴って、沿岸域環境管理、漁港（港湾）施設や海岸保全施設等の施設管理を対象とした GIS 利用が提案されつつある。

1. 4 調査目的及び水産基盤整備事業への活用策

本調査では、沿岸域における水産資源の管理、魚礁の配置計画や魚礁機能の検討、漁場行使の利用計画策定等の支援ツールとして、GIS を活用して沿岸漁場情報のデータベースの基幹部分を構築することを目的とする。

GIS を活用した沿岸漁場情報データベースの利用方策として、(1)公共事業を巡る電子発注化の動向に鑑み、漁港漁場施設、海岸保全施設等既往施設の管理台帳（図面、帳票、写真、文書等）の電子化への対応、(2)陸域と同様に地域計画策定への利用、水産分野では水産資源の管理、魚礁の配置計画や魚礁機能の検討、漁場行使の利用計画策定等の支援ツールとしての利用が考えられる。

2. 調査方法

2. 1 地理情報システムの選定

ArcInfo、ArcView、AutoCAD、MapInfo、SIS、MicroStation 等の汎用 GIS から、汎用性、拡張性、作業性、経済性等を勘案して、米国 ESRI 社製 ArcView を選定し導入した。ArcView の導入当時（平成 11 年度）は GIS 間のデータの互換性は皆無であったが、現時点（平成 14 年度）ではデータの書式変換が相互可能になりつつあり、特定の GIS に限定されないデータベースの構築が可能になってきている。

2. 2 空間データ基盤（電子地図）の整備、公刊データベースの整備

電子地図（海図）や公刊データベースを整備し、それらを ArcView 上で利用可能なデータ形式に変換した。地理情報のデータベース化に際して、地図情報として以下に示す数値地図を利用した。

- ①日本近海等深線デジタルデータ（海上保安庁水路部）
- ②統合海岸線デジタルデータ（海上保安庁水路部）
- ③航海用電子海図（海上保安庁水路部）
- ④沿岸の海の基本図デジタルデータ（海上保安庁水路部）
- ⑤ 500m グリッド海底地形デジタルデータ（海上保安庁水路部）
- ⑥数値地図（国土地理院）
- ⑦海先案内人（株式会社環境シミュレーション研究所）

沿岸域のデジタル海底地形図作成には②④⑥⑦、沖合域のデジタル海底地形図作成には①③⑤を利用した。なお、沿岸の海の基本図デジタルデータは、隣接する基本図と水深データの整合性が無いことに注意を要する。数値地図の一例として、電子海図の表示例を図 1 に示す。

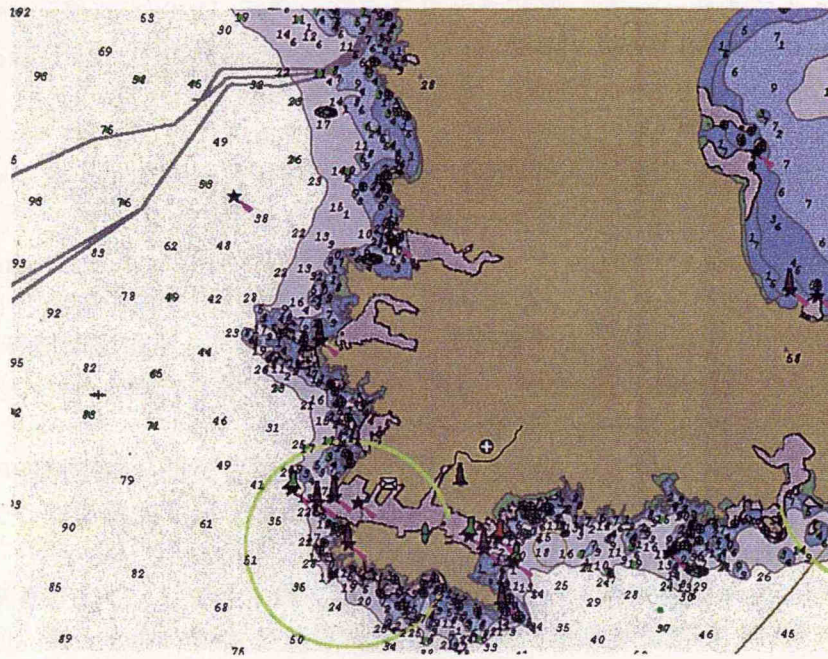


図1 電子海図の表示例（三浦半島、城ヶ島）

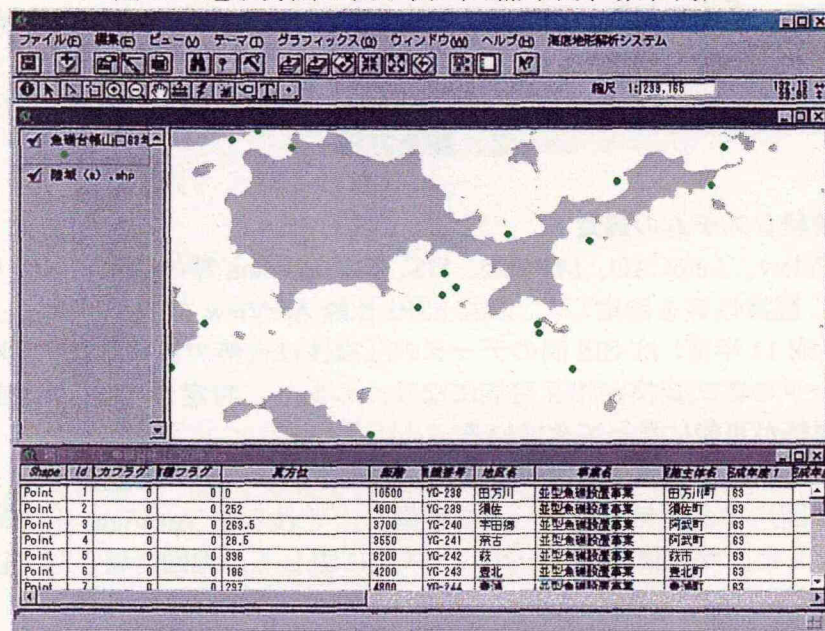


図2 魚礁台帳の表示例

2. 3 基本空間データ（統計、台帳、公刊データベース等）の整備

GIS を活用した沿岸漁場情報データベースについて、以下に示す公刊資料を用いて、データベース化を図った。

- ①魚礁台帳
- ②人工礁漁場造成事業効果調査資料集(昭和 59-62 年度)
- ③油汚染漁業影響情報図(平成 9-12 年度)
- ④漁業センサス (平成 12 年度)
- ⑤港勢集(平成 6-10 年度)
- ⑥航海用電子海図 (ENC : 仕様 Ed.3)

(1) 魚礁台帳

魚礁台帳は、設置場所（位置、水深等）、魚礁諸元等を記載した台帳である。但し、設置場所の表記方法が「○灯台から真方位○度○m」であるため、位置情報を「東経○度○分○秒、北緯○度○分○秒」に変換する必要がある。魚礁台帳の表示例を図2に示す。

(2) 人工礁漁場造成事業効果調査資料集

人工礁漁場造成事業効果調査資料集は、昭和58-63年度に水産庁が実施した魚礁漁場効果調査の総括データ集である。調査漁場内の漁区単位で漁法別、漁種別、漁船別、漁獲統計データが整理されているが、全て紙情報であるため、帳票を読み取り入力し直して電子化した。人工礁漁場造成事業効果調査資料集の表示例を図3に示す。

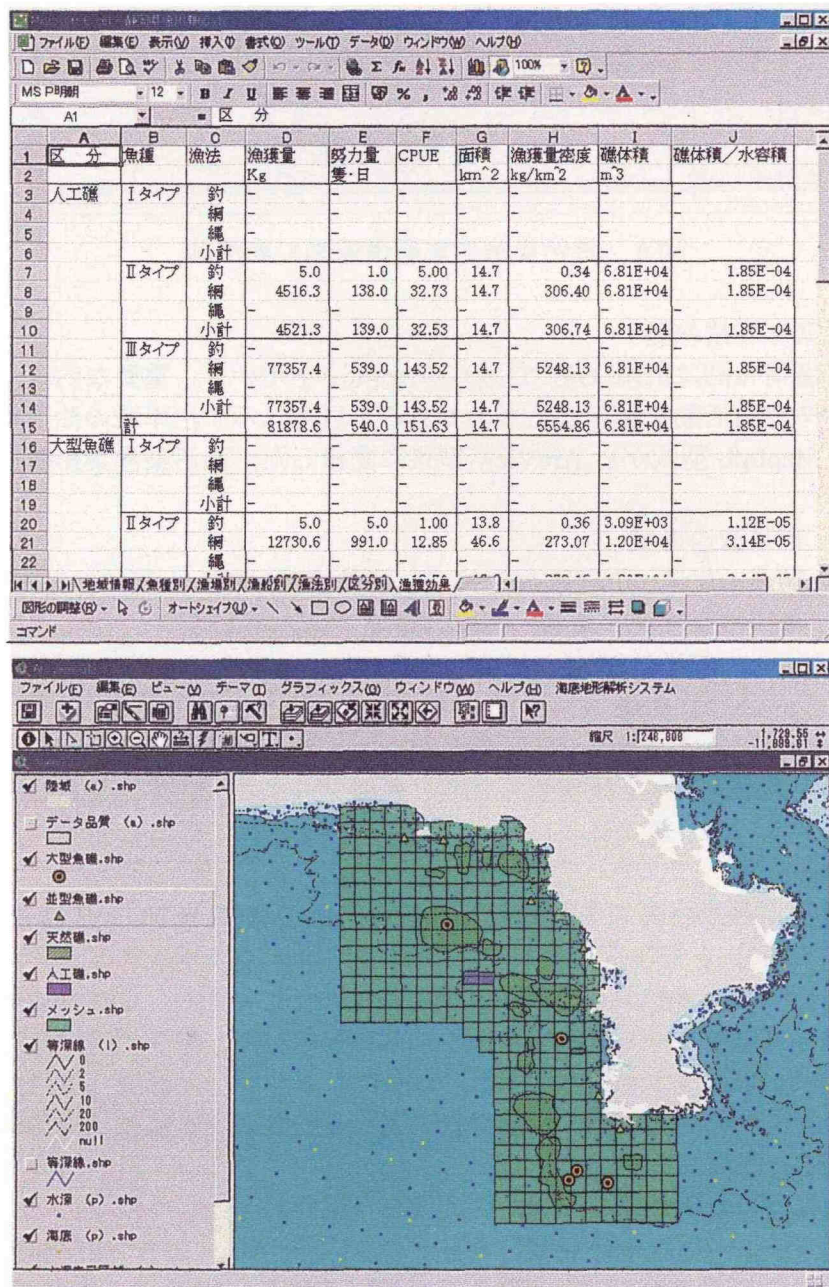


図3 人工礁漁場造成事業効果調査資料集の表示例

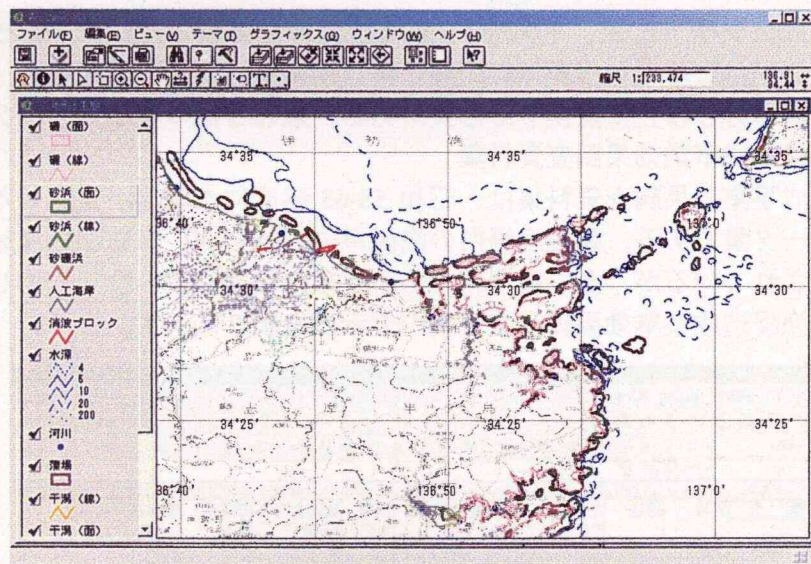


図4 油汚染漁業影響情報図の表示例

(3) 油汚染漁業影響情報図

油汚染漁業影響情報図は汎用 GIS である MapInfo を用いて、重要な内湾や航路を対象に自然環境条件や漁業活動を図示したものである。以下に示す沿岸域の油汚染漁業影響情報図について、MapInfo 型式から ArcView 型式に変換した。油汚染漁業影響情報図の表示例を図4に示す。

平成9年度：東京湾沿岸域

平成10年度：関東沿岸域、九州北部沿岸域、伊勢湾沿岸域、大阪湾播磨灘沿岸域

平成11年度：瀬戸内海東部・中部・西部沿岸域、北陸沿岸域

平成12年度：東北太平洋沿岸域、山陰沿岸域、東海沿岸域、北海道沿岸域

(4) 漁業センサス及び港勢集

漁業センサスは漁業集落の漁業全般に係る統計である。港勢集は漁港毎の漁船統計や漁獲統計である。漁業センサスと港勢集のうち、所要データについて Access や Excel を用いてデータベース化した。港勢集及び漁業センサスの表示例を図5に示す。

(5) 航海用電子海図

東京湾、伊勢湾、瀬戸内海等を対象とした航海用電子海図（ENC：仕様 Ed.3）は、陸域の地形図（1/25,000）と同程度の縮尺 1/10,000-1/30,000 で表示されること、電子海図に表示される各種データは ArcView 型式に変換可能であることから、GIS を活用した沿岸漁場情報データベースになり得る可能性を持つ。しかしながら、電子海図は船舶航行の安全性が確保されている海域（大水深域）あるいは航路に成り得ない海域（極浅海域）では水深データが極めて少ないことから、GIS の基礎となる空間データ基盤（電子地図）機能が低いことに留意する必要がある。

2. 4 GISを用いた天然礁の立地条件の検討（試行）

GIS を用いた天然礁の立地条件を検討するために、ArcView の持つ空間解析機能を利用した海底地形解析（斜面勾配や変曲点抽出、鳥瞰図作成等）機能を GIS に組み込み、人工礁漁場造成事業効果調査資料集データを用いて、海底地形と漁獲の関係について試行的に検討した。電子海図を利用した場合、500mグリッド海底地形デジタルデータを利用した場合について、水深データの取得間隔による表示例を図6に示す。なお、図6には漁業

1	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
2	北海道庁第二大区コー支庁コード 道庁名称 道庁長官の職況												
3	計	6	5	0	山形県	22	0	801	278				
4	道庁長官	6	5	0	山形県	22	7021	574	133				
5	道庁 陸地	6	5	0	山形県	19	6650	509	133				
6	道庁 島	6	5	0	山形県	3	165	105	0				
7	道庁上の支	6	5	0	山形県	1	2574	40	8				
8	道庁上の支	6	5	0	山形県	1	244	11	1				
9	道庁上の支	6	5	0	山形県	10	3127	264	88				
10	道庁上の支	6	5	0	山形県	21	4447	534	125				
11	道庁上の支	6	5	0	山形県	14	3175	358	118				
12	道庁上の支	6	5	0	山形県	0	0	0	0				
13	道庁上の支	6	5	0	山形県	6	1379	141	34				
14	道庁上の支	6	5	0	山形県	22	7021	574	133				
15	道庁上の支	6	5	0	山形県	3	165	105	0				
16	道庁上の支	6	5	0	山形県	0	0	0	0				
17	道庁上の支	6	5	0	山形県	18	4118	519	122				
18	主な道庁	6	5	0	山形県	3	165	105	0				
19	主な道庁	6	5	0	山形県	2	328	15	3				
20	主な道庁	6	5	0	山形県	3	464	44	5				
21	主な道庁	6	5	0	山形県	14	6064	410	125				
22	道庁長官	6	5	0	山形県	0	0	227	145				

者が天然礁と認識している海域も併せて図示した。漁業者は海底地形が大きく変化する海域、海底谷から海丘に至る法面、肩部を天然礁と認識していることが窺われる。図3下図に示す平面的な魚礁漁場表示例では読み取れない漁場の位置関係、あるいは天然礁が立地する地形関係を GIS を活用することにより、立体的、直感的に認識できる利点を有している。

3. 1 海底地形の再現性

- 41 -

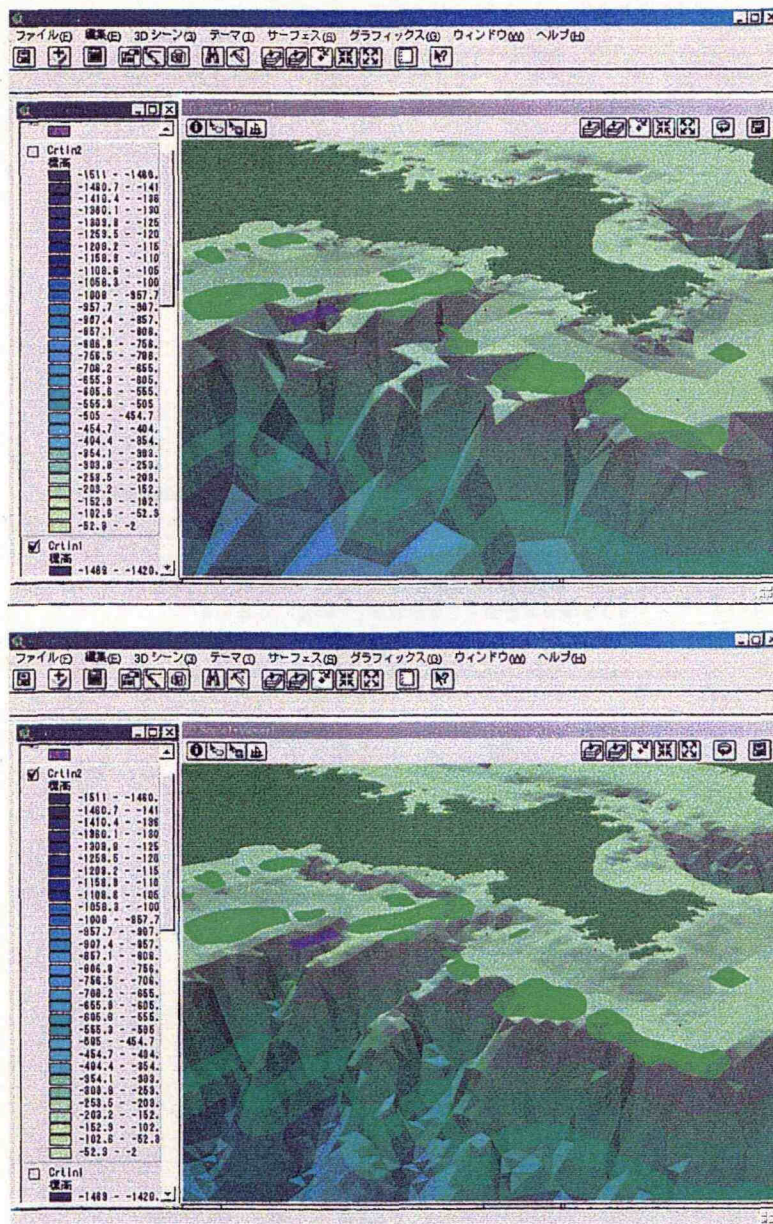


図6 水深データの取得間隔による表示例
(上図:電子海図、下図:500mグリッド海底地形デジタルデータ)

上記以外の海域（外海域）の縮尺は概ね 1/100,000-1/300,000 であるため、電子海図から水深データを読み取り鳥瞰図を作成した場合（図6上図）、大水深域での水深データが少ないため、海底地形が極めて不自然である。500mグリッド海底地形デジタルデータの場合（図6下図）、概ね海底地形を再現していると思われるが、魚礁漁場の立地条件等を詳細に検討するには、最低でも 50-100m 間隔程度で測得した水深データが必要と考えられる。次に、沿岸の海の基本図デジタルデータを用いて、海底地形図を表示した例を図7に示す。図7には宮城県志津川地区人工魚礁漁場（岸沖 10km、汀線平行方向 20km）の海底地形の平面図（上図）と鳥瞰図（下図）を表示しているが、図6右図より海底地形が詳細であることが分かる。並型魚礁設置事業の事業規模 400 空 m^3 （魚礁が占有する空間を縦 20m 横 20m 高 1m と仮定）を考えれば、天然礁の立地条件、魚礁漁場と近隣天然礁との相互関係、

魚礁の機能等を検討する場合、魚礁の乱積設置による海底起伏の変化が表現出来る程度の水平間隔で水深データが測得されることが望ましいが、現時点で入手可能な電子地図としては、沿岸の海の基本図デジタルデータが、GIS の基盤となる電子地図としては最も相応しい。但し、沿岸の海の基本図デジタルデータは、紙出力された「沿岸の海の基本図」をスキャナーで読み取り作成しているため、図8に示すように隣接し合う基本図同士を重ね合わせると、重なり合う部分の水深データが一致しない点に注意を要するが、GIS のベースとなる電子地図として充分利用できる。

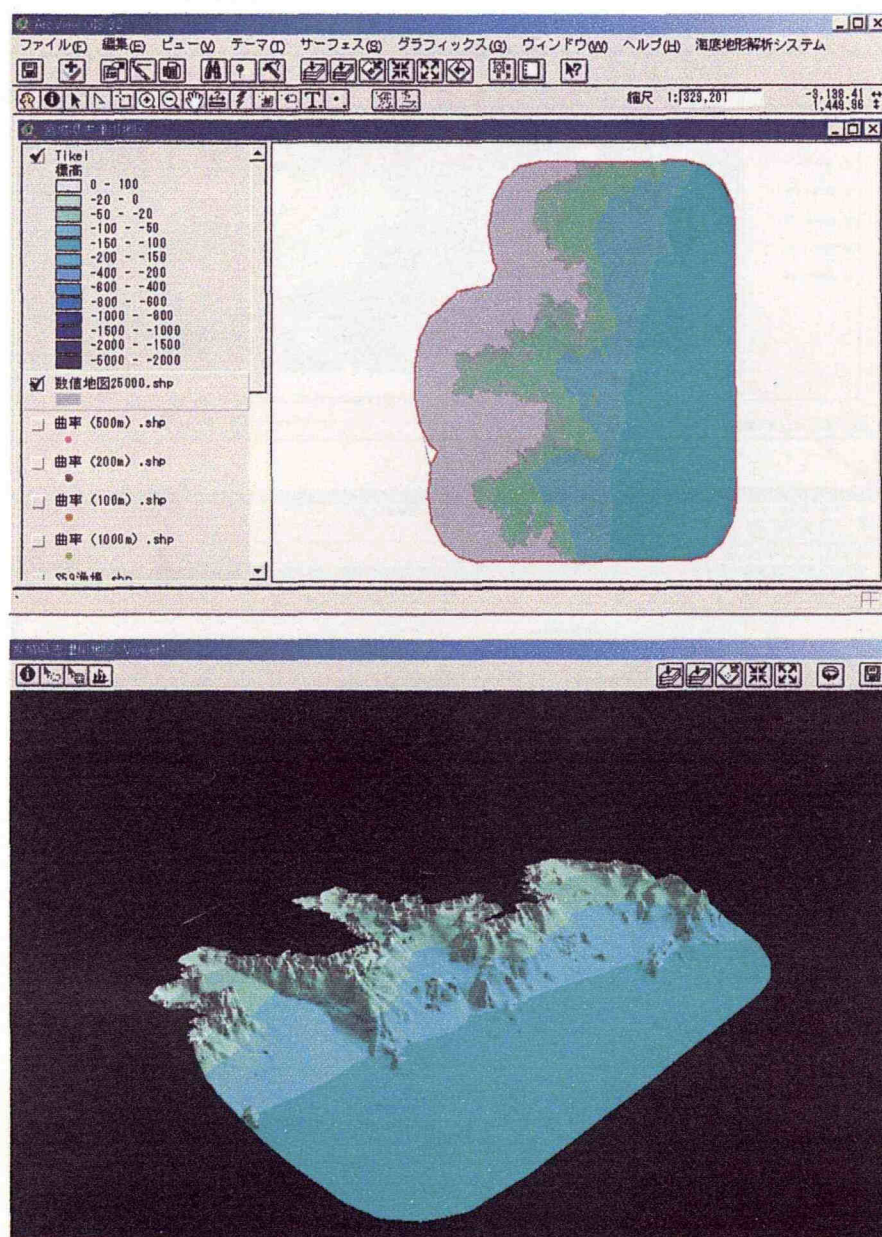


図7 宮城県志津川地区の海底地形の表示例（沿岸の海の基本図デジタルデータ使用）

3. 2 海底地形と漁獲の関係

ArcView の持つ空間解析機能を利用した海底地形解析（海底斜面勾配、変化率、変曲点抽出、鳥瞰図作成等）機能を利用して、人工礁漁場造成事業効果調査結果と比較検討した。解析結果の一例として、宮城県志津川地区と北海道北後志地区について、海底地形の曲率半

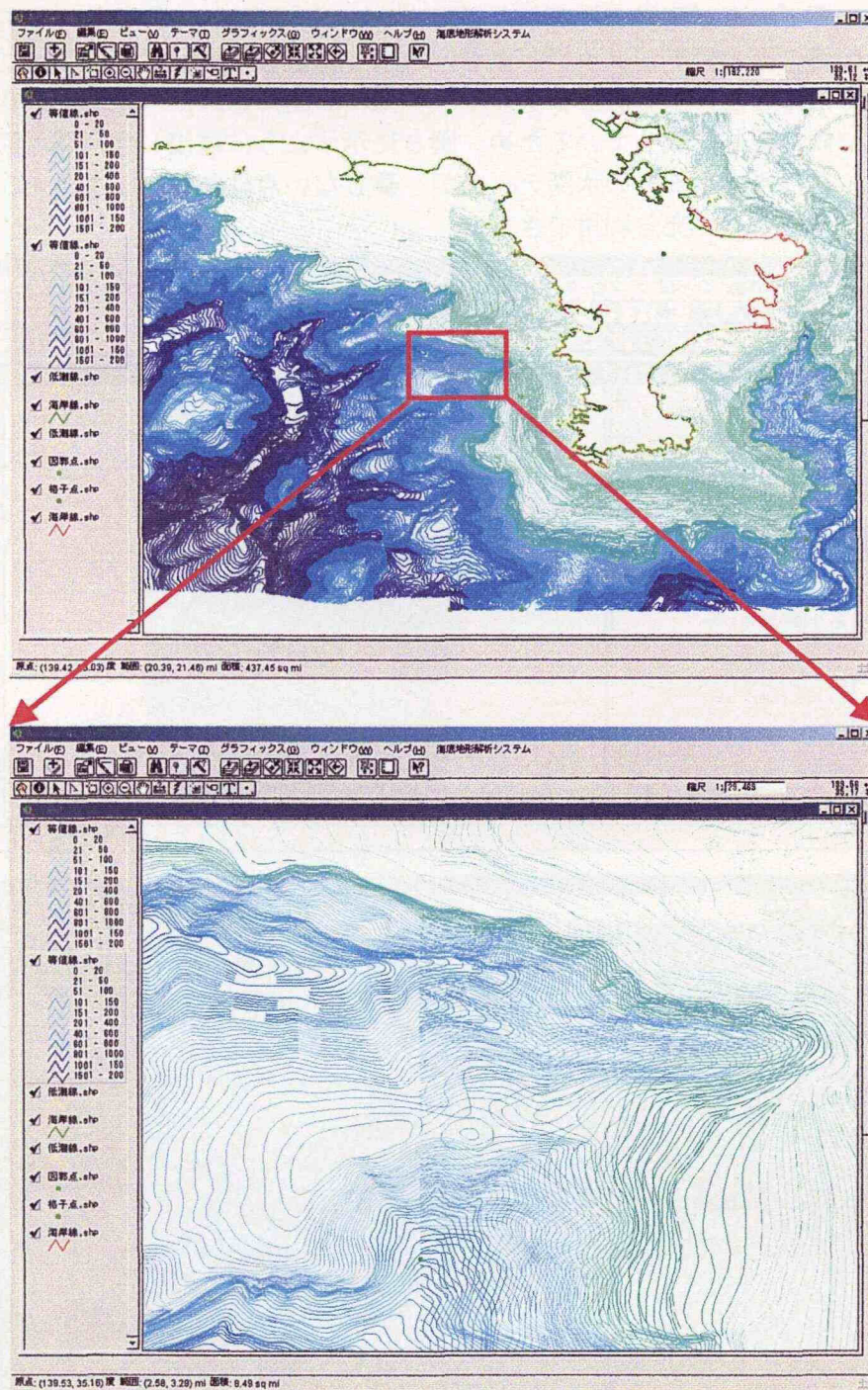


図8 沿岸の海の基本図デジタルデータの重ね合わせの表示例
(三浦半島西部海域)

径と漁獲量の関係を図9に示す。宮城県志津川地区では、曲率半径が小さい（言い換えれば、地形変化の大きい、凸凹の大きい）地点で漁獲量が大きくなる地点が見られ、天然礁と認識されている地点とほぼ一致した。曲率半径が小さい（地形変化の大きい、凸凹の大きい）地点でも漁獲量の小さい地点もあった。鳥取県気高地区でも同様の結果が得られた。北海道北後志地区では、曲率半径と漁獲量の関係が宮城県志津川地区ほど明確に示されなかったことから、漁獲量に及ぼす影響因子として今回検討した海底地形変化だけではなく、漁法、魚種、漁船種等

についても詳細な検討を進めていく予定である。

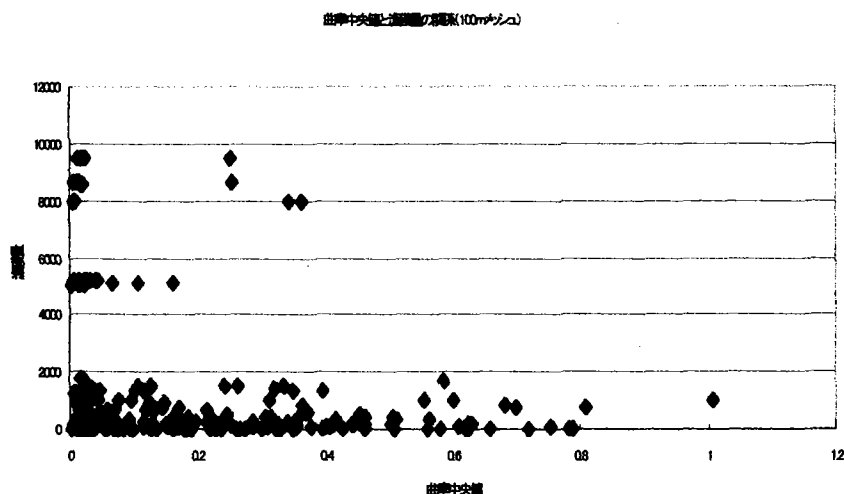


図9 曲率半径と漁獲量の関係（宮城県志津川地区）

4. 結言

沿岸漁場情報データベースの構築に際して、①「紙」情報を電子情報への変換は手間が掛かること（man-power に依存）、地先毎の漁業実態、生物生態に関する公刊資料が少ないこと等解決すべき課題、問題点が有る。②データベースの構築のみならず、データベースを用いた検討に際して GIS は必要不可欠である。③沿岸域を対象とした GIS の空間データ基盤となる電子地図としては、沿岸の海の基本図デジタルデータが有用である。④ GIS の持つ空間解析機能を利用した解析（例えば、天然礁の立地条件、魚礁の配置計画、魚礁機能）について今後の発展が期待される。

6. 引用文献、参考文献

（1）水産 GIS に関する参考文献：

- (1) Geographical information system to plan for aquaculture, FAO Fisheries Technical Paper 287
- (2) Geographical information systems and remote sensing in inland fisheries and aquaculture, FAO Fisheries Technical Paper 318
- (3) Geographical information systems, FAO Fisheries Technical Paper 356
- (4) 「Marine-GIS 海洋研究のための高精度データの解析手法」シンポジウム、海洋理工学会
- (5) 為石日出生：水産 GIS の漁場予測への利用、地質と調査、1997
- (6) 三村信男他：ホッキガイの生息分布と物理環境に関する総合的研究、海岸工学論文集、VOL.43、1996

（2）水産 GIS に関する参考資料：

- (1) First International Symposium on GIS in Fishery Science、1999
- (2) 海洋版 GIS Marine Explorer、(株)環境シミュレーション研究所、<http://www.esl.co.jp>