

1.5 乾燥ナマコ輸出のための計画的生産技術の開発(外部資金活用研究費)

1.5.1 3次元画像解析と音響調査を用いた資源量推定技術の開発

担当者 調査研究部 栗原康裕

(1) 目的

乾燥ナマコの計画的な生産を担保するため、適切なナマコの資源管理上で最大の制限要因となっている資源量推定の困難さを克服する必要がある。

そのため、最新の画像解析技術であり陸上における測量調査でその有効性が実証されている3次元画像解析技術の海中目標への適用と得られた画像の自動処理化によって迅速かつ正確に漁場におけるナマコの分布やサイズを測定する技術を開発する(網走水産試験場担当)。さらに音響測深技術とGIS技術を融合した海底地形図作成技術(μ CUBE)(はこだて未来大学、東京農業大学担当)を応用し、従来手法では限界のあった複雑な地形や大水深帯までを広くカバーする迅速で高精度なナマコ資源量推定技術を開発する。

(2) 経過の概要

ア 3Dムーフィックス処理のための海底ビデオ撮影技術開発

平成20年9月に雄武町沖マナマコ漁場内(図1)の水深5mから30mの範囲で100mライン14本のビデオ撮影およびデジタル写真撮影を実施した。

ビデオ撮影は、カメラの移動速度を安定させるため水中スクーターを使用し、1ラインのみ重複撮影を試みたため、合計15ライン1500m²のビデオ画像を撮影した。デジタル写真撮影は0.5m重複を目安に101枚/100mずつ、予備も含めて合計1495枚撮影した。同時に画像計測との比較を目的としたナマコ潜水計数計測調査(1400m)を実施した。

イ 画像からのマナマコ判別および計数法開発

ビデオ画像から作成する3Dムーフィックス画像およびデジタル写真から、パソコンモニター上で判別、計数を行い、潜水調査によるナマコ計数値と比較した。同時に画像上での体長計測も実施した。

得られた画像からの計数データと潜水計数データの分布型の特徴および発見率と密度の関係、画



図1 北海道雄武漁港沖調査海域

像上で確認可能な最小体長について分析した。

(3) 得られた結果

ア 3Dムーフィックス処理のための海底ビデオ撮影技術開発

雄武町沖マナマコ漁場内で100mビデオ撮影を15ライン実施し、1500m分のムーフィックス処理画像を得た。1ライン100m当たりのビデオ撮影時間は3分、デジタル写真撮影時間は17分であった。

デジタル写真の利点は、ムーフィックス画像と比較して高解像度であり(図2)、市販の画像連結プログラムにより自動連結可能である(図3はKolor社Autopanoによる連結例)。

画像計測との比較を目的とした潜水計数調査(1400m)の結果、311個体、平均密度は0.22個体/m²(標準偏差0.57)であった。

水深10mから30m(マナマコ漁場)の8ラインでの平均密度は0.18個体/m²(標準偏差0.26)、

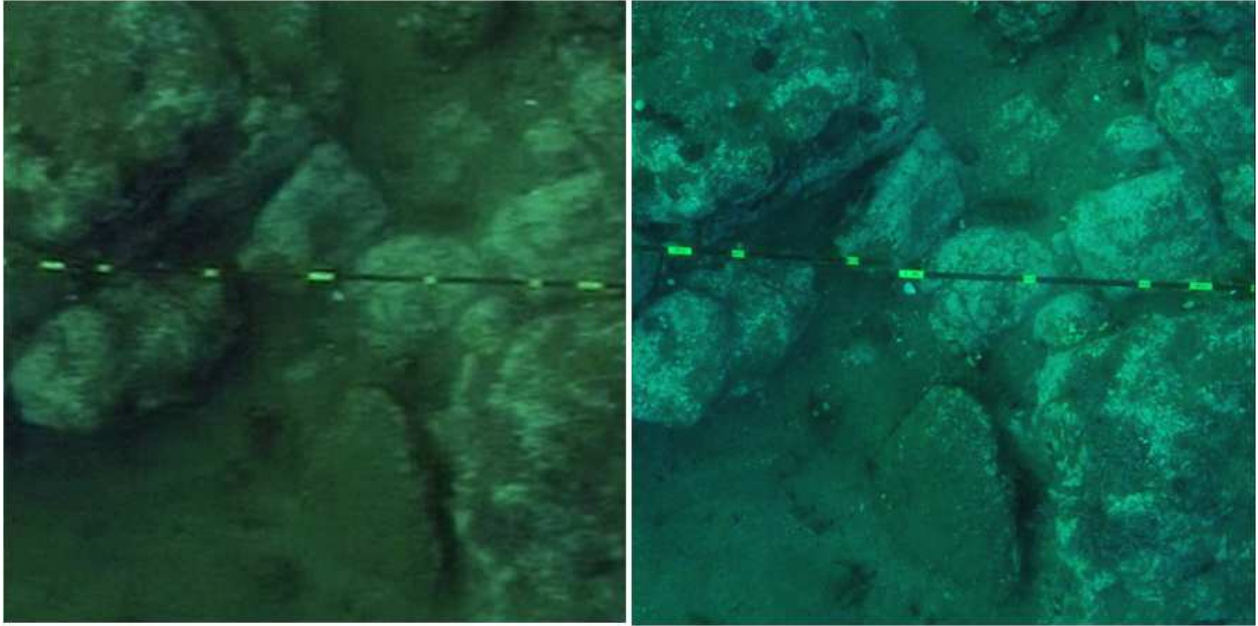


図2 画像例 左：ムーフィックス画像 右：デジタル写真画像

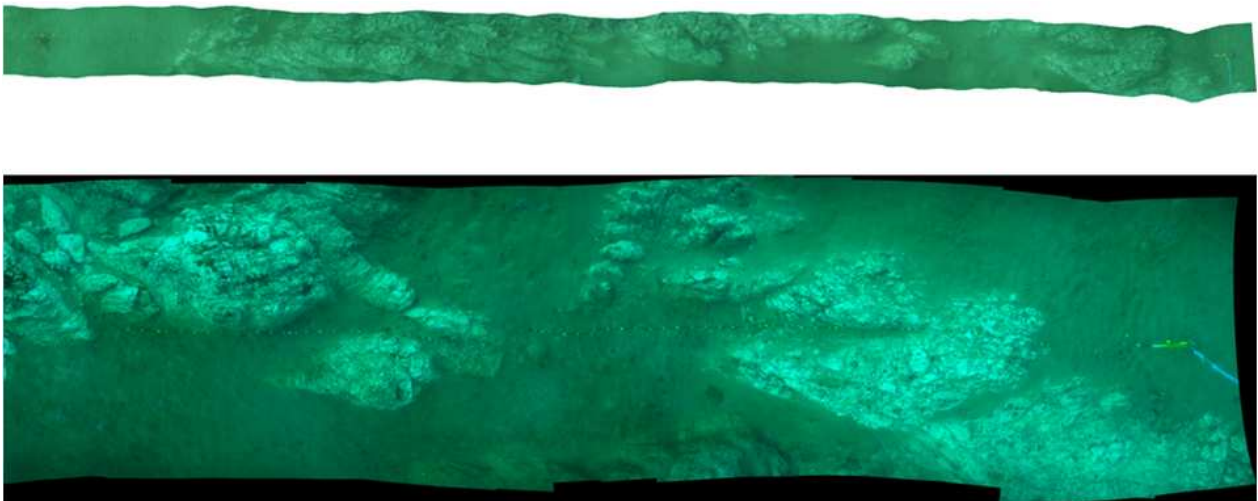


図3 画像例 上：ムーフィックス画像 下：デジタル写真の連結画像

水深 10m以浅（マナマコ漁場外）の6ラインは0.28 個体/m²（標準偏差 0.41）である。ムーフィックス画像全体のマナマコ判別率は0.61，判別率/100 m²の平均値は0.59（標準偏差0.14, N=15），デジタル写真画像全体では0.90，判別率/100 m²の平均は0.79（標準偏差0.13, N=14）であり，判別率はデジタル写真>ムーフィックス画像の関係にあった。

同一ライン上を2回撮影したムーフィックス画像の場合（図4），22 個体中 14 および 17 個体が判別され，判別率/100 m²はそれぞれ 0.64 および 0.77 となる。最終的に 19 個体が判別され，判別

率/100 m²は 0.86 まで向上し，同ラインのデジタル写真の判別率の 0.89 に匹敵する向上が見られた。

イ 画像からのマナマコ判別および計数法開発 潜水計数およびムーフィックス，デジタル写真による密度（個体/10 m²）の頻度分布を図5に示す。

これらの頻度分布にポアソン分布（ランダム分布），負の二項分布（集中分布）を情報量基準最小化によるモデル当てはめを行ったところ，最小AIC, BIC はともに負の二項分布であり，マナマコ分布は集中分布であることを示している（表1）。

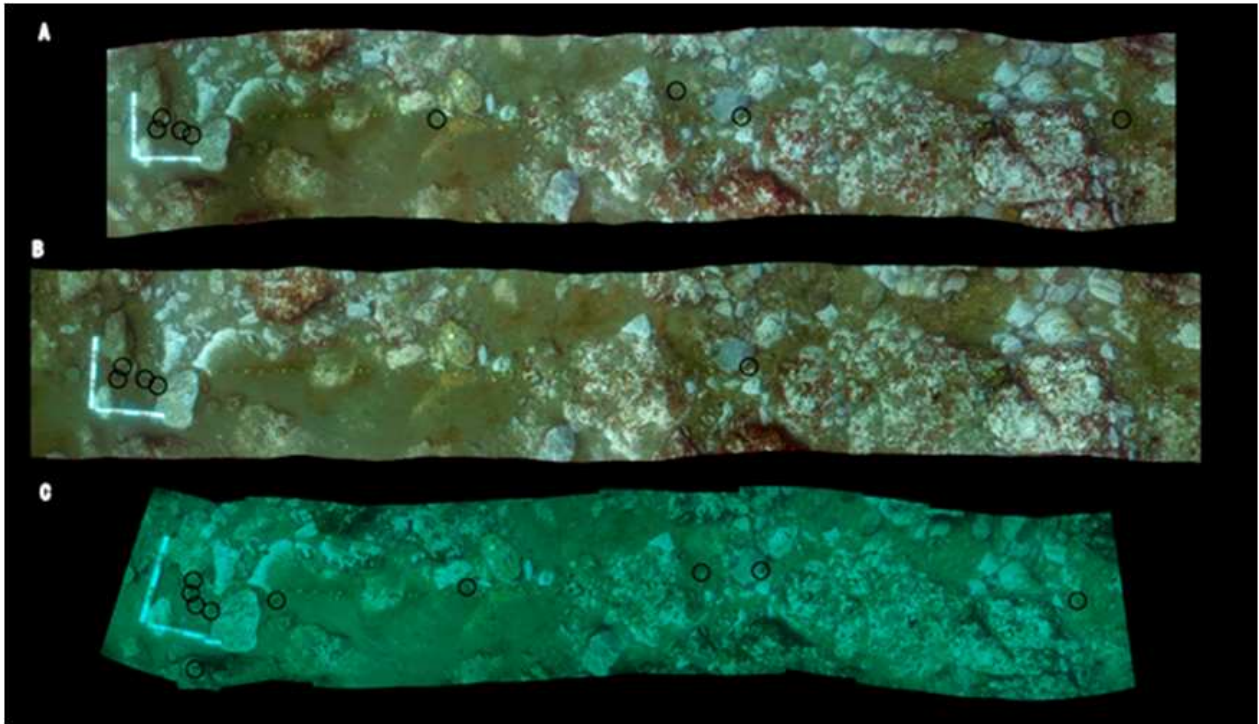


図4 ムーフィックス処理画像（A, B）および連結処理画像（C）識別されたマナマコは○印で示した
上から判別率 0.77, 0.64, 0.89 A, B両画像を合わせると 0.86 に判別率が向上した

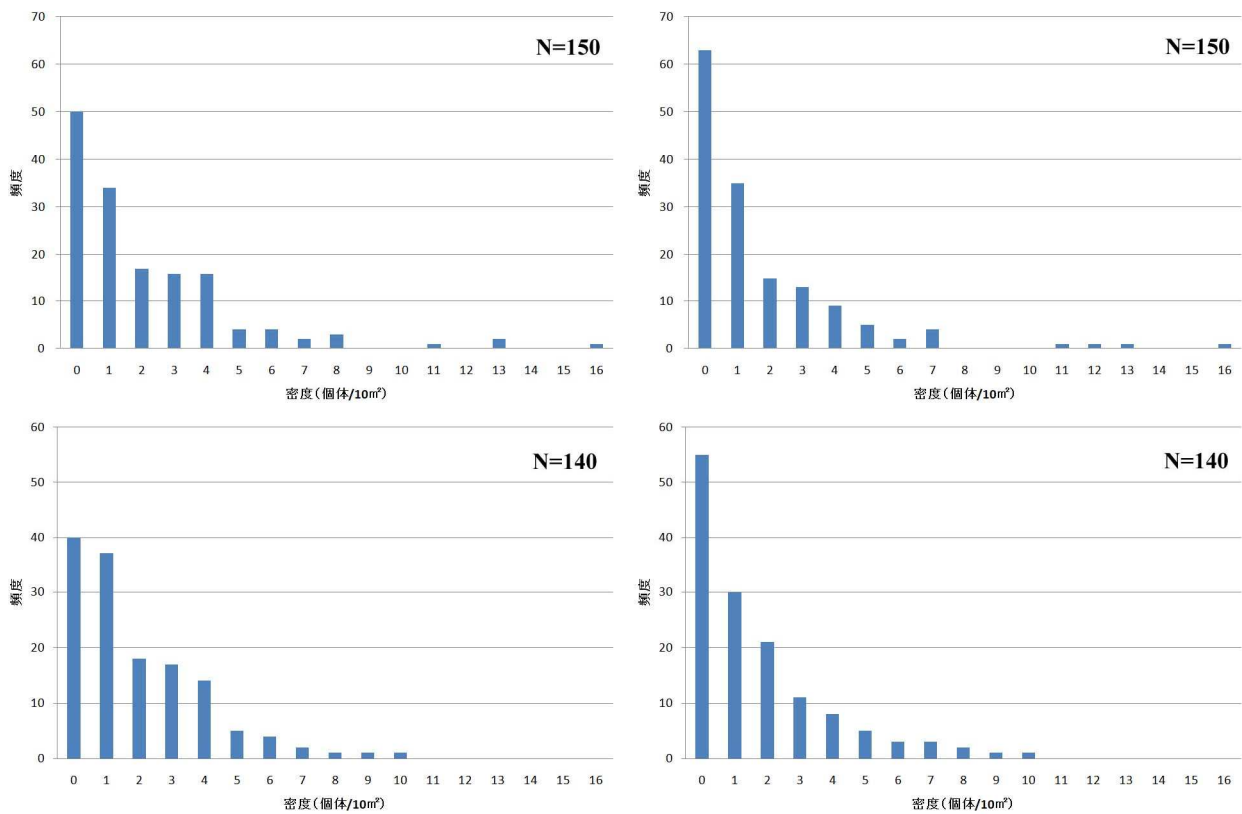


図5 潜水平数, ムーフィックス画像およびデジタル写真画像による密度分布 左右の分布が調査手法と対応している 左上:潜水平数(重複を含めて 15 ライン分) 右上: ムーフィックス画像 左下: 潜水平数 (14 ライン分) 右下: デジタル写真

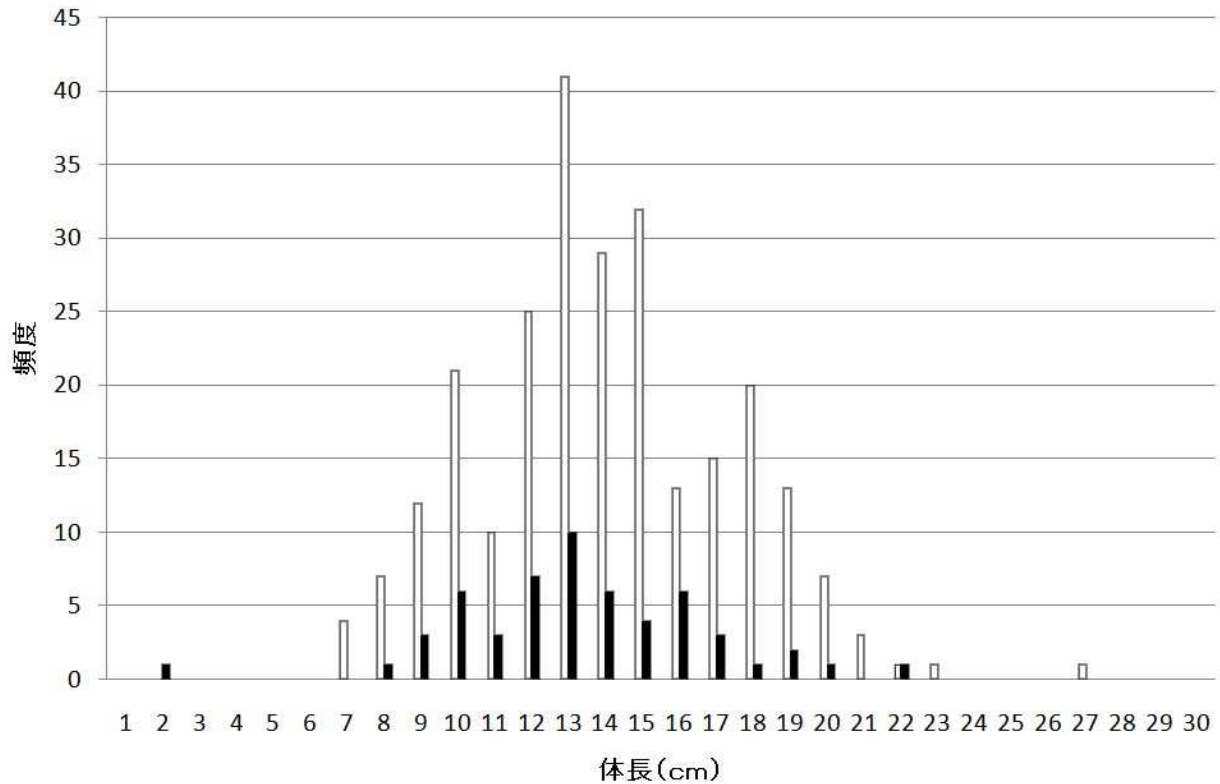


図6 マナマコの体長分布 白：判別個体 黒：未判別個体

表1 各頻度分布にあてはめた理論分布, パラメータ, 期待値, 分散, 情報量基準

頻度分布	理論分布	パラメータ			期待値	分散	情報量基準	
		P	K	λ			A I C	B I C
潜水計数 (15ライン)	負の二項分布	0.32	1		2.10	6.51	586.8	589.8
	ポアソン分布			2.10	2.10	2.10	722.4	725.4
ムーフィックス	負の二項分布	0.37	1		1.71	4.65	537.8	540.7
	ポアソン分布			1.71	1.71	1.71	687.6	690.7
潜水計数 (14ライン)	負の二項分布	0.33	1		2.06	6.33	543.9	546.8
	ポアソン分布			2.06	2.06	2.06	631.5	634.4
デジタル写真	負の二項分布	0.36	1		1.81	5.11	514.4	517.7
	ポアソン分布			1.81	1.81	1.81	651.7	654.6

推定された負の二項分布のパラメータは最尤解であり, その期待値は負の二項分布の理論上の期待値と一致している。

このことは, ムーフィックス, デジタル写真による密度推定においても, 本来のマナマコの密度分布が保存されることを示唆する。

画像データ分布 $p(D)$ から画像上での判別率 d を介在して, 本来の分布 $P(D)$ を推定する場合, 判別率 d をパラメータとして $P(D) = p(D; d)$ と表現する。

この場合, ホタテガイの桁網による資源量調査の

ように, 漁獲効率を介在した標本漁獲調査法と等価な方法と考えられる。

潜水調査で得られたマナマコの体長測定値より, 全体, 判別, 未判別個体の平均体長はそれぞれ 13.9cm (標準偏差 3.40), 14.0cm (標準偏差 3.38), 13.2cm (標準偏差 3.43) であり, グループ間での有意差はなかった。今回の調査では, 判別個体の最小個体の測定値を考慮すると, 画像判別可能な最小サイズは 7cm であった。