

ノート

ダイバーとウニ簗によるウニ除去作業について

－北海道南西部沿岸における調査例－

道津光生^{*1}・野村浩貴^{*2}・太田雅隆^{*1}・斉藤二郎^{*3}

Preliminary Comparison of Catching Performances of the Sea Urchin *Strongylocentrotus nudus* by Divers and Cage Fishing at Southwest Coastal Area in Hokkaido

Kosei Dotsu^{*1§}, Hirotaka Nomura^{*2}, Masataka Ohta^{*1}
and Jiro Saitoh^{*3}

要約：磯焼け回復のためのウニ除去技術の開発に資するため、北海道西岸の磯焼け海域において、海域に優占するキタムラサキウニを対象としてダイバーおよびウニ簗による採捕試験を実施した。ダイバーが1日4時間の作業を行うと仮定した場合、10,000個体のウニを海域より取り上げるのに必要な人数は熟練者で1.4～1.6人、初心者で2.9～3.6人となった。また、ウニ簗を用いて10,000個体のウニを除去するには一日あたり385～1,000個のウニ簗が必要となると試算された。

キーワード：藻場, ウニ, 除去技術

Abstract: To contribute the technique development of sea urchin removal for recovering the algal community on the coralline flat dominating area in the southwest coast of Hokkaido, we compared the catching performances by divers and cage fishing. It is found that 1.4-1.6 members of the expert diver, or 2.9-3.6 members of the beginner diver were required to remove 10,000 individuals of sea urchin in case of a 4 hours' work/day. On the other hand, 385-1000 cage were required to remove 10,000 sea urchins during a day.

Key words: algal bed, sea urchin, removal method

はじめに

海藻群落形成の妨害要因（磯焼けの持続要因）としてウニ類の摂餌圧は極めて重要であり、海藻が繁茂しない磯焼け海域においても、ウニを除去することによって海藻が繁茂することが多くの野外実験や観察によって明らかにされており（Kitching and Ebling, 1961, 吾妻ら, 1997他）、本邦各地の沿岸において、磯焼け回復のためにウニ

除去が行われるようになってきた。著者らは、ウニ除去のための方法として、ウニ簗とSCUBA潜水による方法を取りあげ、両者の比較を行った。

方 法

調査海域 調査は北海道積丹半島西部の泊村沿岸において実施した（第1図）。海域にはキタムラサキウニ *Strongylocentrotus nudus*（以下、ウニと

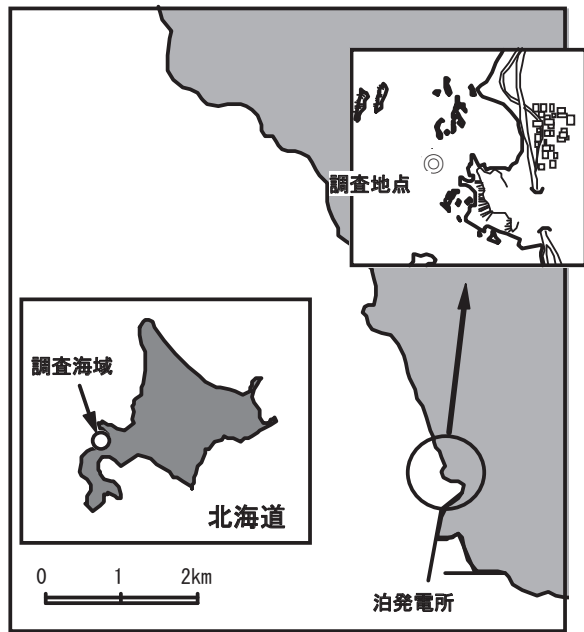
（2010年7月20日受付, 2012年2月10日受理）

* 1 財団法人 海洋生物環境研究所 中央研究所（〒299-5105 千葉県夷隅郡御宿町岩和田300）

§ E-mail: dotsu@kaiseiken.or.jp

* 2 財団法人 海洋生物環境研究所 事務局（〒162-0801 東京都新宿区山吹町347番地）

* 3 株式会社 エコニクス（〒004-0015 北海道札幌市厚別区下野幌テクノパーク 1丁目2番10号）



第1図 調査海域

略記)が高密度で分布し、顕著な磯焼け海域となっている。

ダイバーによるウニ除去 ホソメコンブ等の大型海藻の着生のみられない磯焼け域の岩盤と転石帯の水深約5mの海底に合計8区画の25㎡(5m×5m)の試験区を設け、それぞれ作業経験の異なるダイバー(潜水調査業務経験20年以上の熟練者および潜水調査業務経験約1年の初心者各1名)によってSCUBA潜水により試験区内の目視可能なウニを全て取り尽くすまでの時間を計測した。

ウニは、潜水グローブにより手で直接採集し、キャッチネットに收容した。キャッチネットが満杯になった場合はその時点で船上に上げ、新しいネットと交換したが、その間の時間は作業時間から除外した。採集されたウニは、個体数を計数するとともに、それぞれの潜水ごとに30個体を無作為に抽出し、殻径を測定した。調査は平成8年の6月と10月に実施した。

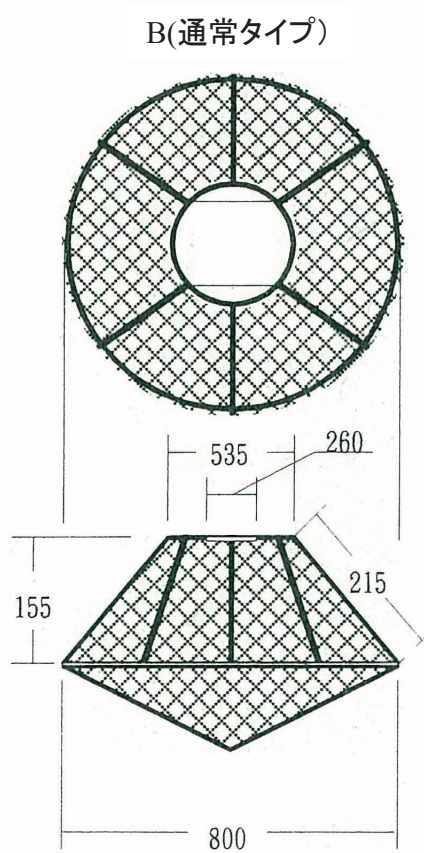
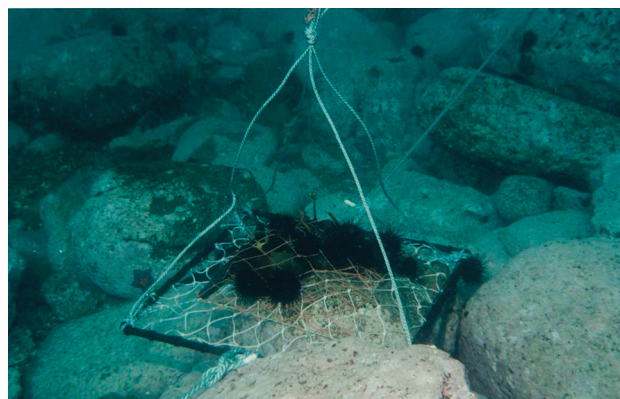
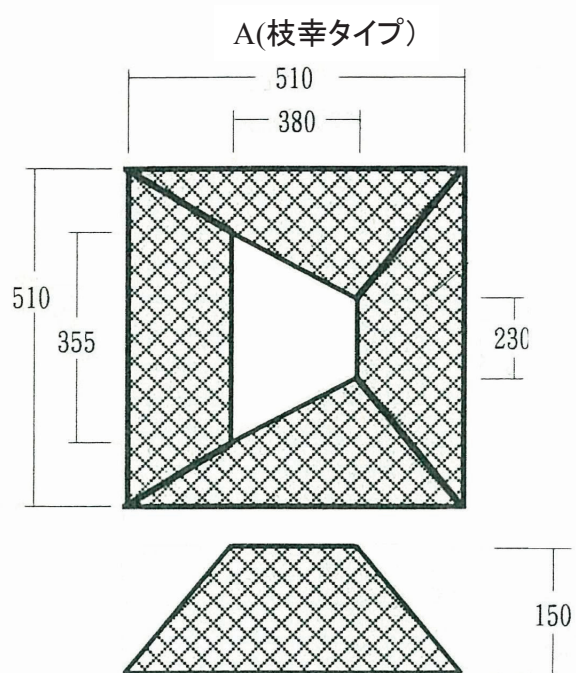
ウニ簀による除去 同海域の転石帯において、北海道オホーツク海沿岸等で用いられるウニ簀による除去試験を行った。試験にはA(枝幸タイプ)、B(通常タイプ)の二つのタイプのウニ簀(第2図)を用いた漁具をそれぞれ1基ずつ設置した。各漁具には1基につき4個のウニ簀を備えており、北海道沿岸でおこなわれる操業方法を参考に2個にはそれぞれホソメコンブ約500g、残り2個にはそれぞれホッケの切り身約800gを餌として收容した。回収時には、ウニ分布密度の算出のためにそれぞれのウニ簀の周辺を取り囲むように1㎡方形枠8個を配置し、枠内に分布するウニの個体数を計数したのちに簀を曳き揚げ、採捕されたウニの個体数をそれぞれの簀ごとに計数するとともに、殻径を測定した。漁具の設置期間は約24時間とした。試験は平成8年の6月と10月の2回実施した。

結 果

第1表 熟練者と初心者のウニ除去速度の比較

ダイバーの熟練度 調査月 底質 作業回 作業時間 ウニ除去個体数 ウニ密度(個体/㎡) 除去速度(個体/分)	熟練者							
	6月				10月			
	転石		岩盤		転石		岩盤	
	第一回	第二回	第一回	第二回	第一回	第二回	第一回	第二回
作業時間	11'30"	8'00"	12'00"	14'30"	14'30"	12'00"	12'10"	14'15"
ウニ除去個体数	326	246	402	323	328	316	438	445
ウニ密度(個体/㎡)	13.0	9.8	16.1	12.9	13.1	12.6	17.5	17.8
除去速度(個体/分)	28.3	30.8	33.5	22.3	22.6	26.3	36.0	31.2

ダイバーの熟練度 調査月 底質 作業回 作業時間 ウニ除去個体数 ウニ密度(個体/㎡) 除去速度(個体/分)	初心者							
	6月				10月			
	転石		岩盤		転石		岩盤	
	第一回	第二回	第一回	第二回	第一回	第二回	第一回	第二回
作業時間	23'15"	9'10"	33'00"	17'10"	25'50"	23'45"	24'35"	26'10"
ウニ除去個体数	266	198	440	267	253	223	373	378
ウニ密度(個体/㎡)	10.6	7.9	17.6	10.7	10.1	8.9	14.9	15.1
除去速度(個体/分)	11.4	21.6	13.3	15.6	9.8	9.4	15.2	14.4



scale : mm

第2図 試験に用いたウニ採集用簀網 A : 枝幸タイプ, 目合い12mm, B ; 通常タイプ, 目合い35mm

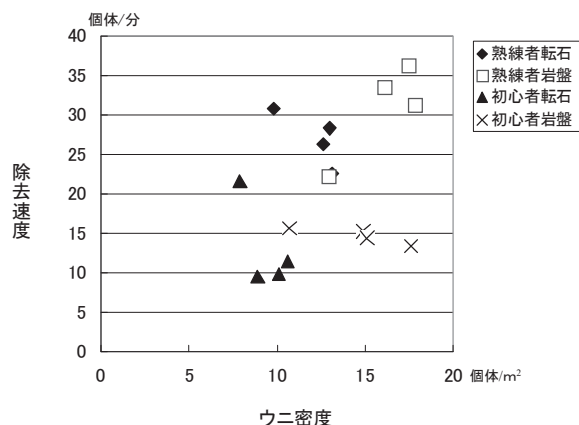
第2表 熟練者と初心者の潜水により除去されたウニの殻径

調査月	ダイバー	底質	作業回	ウニ殻径 (mm)			
				平均	偏差	最大	最小
6 月	熟練者	転石	第一回	31.0	9.2	51.4	18.1
			第二回	29.8	9.1	51.5	17.9
		岩盤	第一回	40.2	7.3	54.5	20.5
			第二回	36.8	8.7	55.0	22.9
	初心者	転石	第一回	31.4	8.2	44.7	18.8
			第二回	36.3	8.1	55.9	19.8
		岩盤	第一回	39.4	6.5	53.2	24.8
			第二回	37.6	9.2	54.0	22.1
10 月	熟練者	転石	第一回	39.9	6.6	54.3	21.8
			第二回	38.2	6.1	50.0	22.3
		岩盤	第一回	38.1	8.2	50.4	21.3
			第二回	34.1	7.7	49.5	15.3
	初心者	転石	第一回	35.2	7.5	52.3	25.0
			第二回	34.4	5.4	49.0	24.2
		岩盤	第一回	40.8	10.7	63.5	24.4
			第二回	38.0	9.0	52.2	20.3

潜水によるウニ除去 熟練者と初心者により実施月（6月と10月）ごと、底質（転石と岩盤）ごとに2回ずつ実施した潜水によるウニ除去の結果を第1表に示した。表には試験区内のウニを取り尽くすまでの作業時間、取り上げたウニの個体数（ウニ除去個体数）、試験区の面積（25m²）から算出したウニの分布密度（ウニ密度）を示すとともに、1分あたりの採捕個体数をウニ除去速度として示した。さらに、調査月、ダイバーの経験、底質ごとに区分し、除去されたウニの殻径を第2表に示した。また、試験区内のウニの密度とウニの除去速度との関係をダイバーの経験と底質ごとに第3図に示した。潜水により除去されたウニの殻径の平均値は6月では29.8～40.2mm、10月では34.1～

40.8mmであった。今回実施した25m²の範囲における作業では、試験区内のウニ密度と除去速度との間には明瞭な関係は見られなかったが、ダイバーの経験により明らかな差が認められ、熟練者では、22.3～36.0個体/分で、平均28.9個体/分、初心者では9.4～21.6個体/分で、平均13.8個体/分となり、熟練者のウニ除去速度は初心者の2倍以上となった。また、転石帯よりも、岩盤域における除去速度がやや大きい傾向を示した。

ウニ簀による除去 2種類のウニ簀により実施月（6月と10月）ごとに2種類の餌を用いて実施したウニ除去の結果を第3表に示した。表には餌の種類、海域のウニ密度、簀あたりの採捕個体数、およびウニの殻径を示した。餌の種類による簀あたりの採捕個体数の違いは不明瞭ではあるがタイプAの方がタイプBよりもやや勝っていた。また、海域の密度の違いほどに採捕個体数の違いはみられず、簀あたりの採捕個体数は分布密度の低い6月（平均分布密度2.98個体/m²）では、5～21個体、密度の高い10月（平均分布密度13.46個体/m²）では、5～40個体、平均20.38個体となっていた。また、採捕されたウニの簀ごとの殻径の平均値は6月では30.8～46.4mm、10月では35.2～41.7mmであった。



第3図 潜水除去作業における海域のウニ密度と除去速度との関係

考 察

試験結果をもとに、ダイバーが1日4時間の作

第3表 2種類のウニ簀によるウニ採捕個体数と採捕されたウニの殻径

簀タイプ	調査月	餌	ウニ密度 (個体 / m ²)	簀あたり採捕 個体数	ウニ殻径 (mm)			
					平均	偏差	最大	最小
A	6月	コンブ	4.5	11	34.0	8.8	44.8	19.8
A		コンブ	1.9	19	30.8	5.9	41.3	17.9
A		ホッケ	6.4	5	42.4	7.6	55.8	35.9
A		ホッケ	3.1	21	46.4	6.4	62.4	37.6
B	6月	コンブ	3.5	7	42.9	6.4	56.0	38.0
B		コンブ	4.1	12	43.7	7.9	60.7	34.5
B		ホッケ	4.4	16	41.8	10.4	57.0	20.0
B		ホッケ	0.9	5	38.5	3.6	43.0	33.4
A	10月	コンブ	14.6	40	36.8	5.3	48.0	26.2
A		コンブ	17.4	13	41.7	7.1	54.5	30.5
A		ホッケ	13.0	30	40.3	6.0	56.2	30.9
A		ホッケ	10.4	21	37.6	5.4	47.3	20.0
B	10月	コンブ	13.8	24	35.2	6.1	46.6	23.0
B		コンブ	11.0	11	38.4	5.8	50.0	31.0
B		ホッケ	15.0	5	36.6	7.6	42.0	24.2
B		ホッケ	12.5	19	38.1	7.6	48.2	21.0

業を行うと仮定した場合の、10,000個体のウニを海域より取り上げるのに必要な人数を熟練者と初心者、転石帯と岩礁域のそれぞれについて、6月と10月の4回の潜水の結果を合算して、それぞれの総作業時間、除去個体数、除去速度、1日あたりの除去個体数とともに第4表に示した。その結果、除去速度にはダイバーの熟練度による差がみられ、10,000個体のウニを取り上げるために必要な人数は、熟練者では転石帯で1.6人、岩礁域で1.4人となり、初心者では転石帯で3.6人、同じく岩礁域で2.9人を要した。また、10,000個体のウニを取り上げるのに必要なウニ簀の個数を簀のタイプごとに第5表に示した。この際、季節によりウニの分布密度が異なっていることから、季節ごとに整理した。なお、餌の種類による採捕個体数の差は明らかでなかったため、これを区別せずに、簀タイプ、季節ごとに4個の簀（コンブ2、ホッ

ケ2）の採捕個体数の平均値を示した。ウニ簀を用いた場合には385～1,000個のウニ簀が必要となると試算された。

潜水とウニ簀によるウニ除去の作業を比較すると、最小でも385個のウニ簀を一昼夜設置しなければならない作業を、熟練したダイバーであれば2名以下で行うことが可能であり、海域のウニを除去するには潜水の方がはるかに効果的であると考えられるが、増殖場管理者（漁業者等）が潜水技術を有し、自ら潜水を行う場合を除き、ダイバーの人件費が必要となる。また、作業現場の水深が10mを超える場合は減圧症に配慮しなければならないことから潜水時間が制限されるため、作業効率が低下することも考慮する必要があると考えられる。

水産庁（2007）の磯焼け対策ガイドラインにおいては、磯焼け対策手法の一つとして、潜水除去

第4表 10,000個体のウニを除去するために必要なダイバーの人数

潜水士の熟練度	熟練者		初心者	
	転石	岩盤	転石	岩盤
作業時間 (分)	46.0	52.9	82.0	100.9
ウニ除去個体数	1,216	1,608	940	1,458
除去速度 (個体 / 分)	26.4	30.4	11.5	14.4
1日 (4時間) あたりの除去個体数	6,344	7,293	2,751	3,467
必要とするダイバーの人数	1.6	1.4	3.6	2.9

第5表 10,000個体のウニを除去するために必要なウニ簀の数

調査月 簀タイプ	6 月		10 月	
	A	B	A	B
簀あたりの採捕個体数	14.0±12.3	10.0±11.8	26.0±22.0	14.8±18.8
必要とする簀の数	714	1,000	385	676

をとりあげ、「技術ノートF1-1 潜水除去に必要なダイバーの人数の算定例」を示してある。この中で示された算定の基礎となるウニ除去速度は北海道江良地先では21.0個体/分、青森県、秋田県、宮城県の除去試験では7～16個体/分とされている。今回我々が実施した試験におけるウニ除去速度は熟練者が28.9個体±4.9/分（平均±標準偏差）、初心者が13.8±3.9個体/分で、初心者では上記技術ノートとほぼ同等、上級者ではやや高い結果となった。技術ノートによる人数算定においては、ウニ除去速度についてウニの密度、水深、底質の条件により0.67～0.99の補正係数を掛けて算定してあるが、今回の試験によりダイバーの熟練度による差が極めて大きいことが明らかとなったことから、ウニ除去計画を策定する場合においては、この点についても注意が必要であると考えられる。

なお、潜水によるウニ除去の作業効率は、ウニの種類により異なると考えられる。上記の除去試験の対象生物は記載されていないが、実施海域が青森県、秋田県、宮城県であること（水産庁2007）より推定すると本報告と同様にキタムラサキウニを対象としたものと考えられる。海底表面に広く分布し、比較的行動が活発で付着力の弱いキタムラサキウニやガンガゼ類（ガンガゼ、アオスジガンガゼ）は採集が容易であるが、転石下に生息するバフンウニや、岩の裂け目等に生息し、穿孔性を有するムラサキウニ、タワシウニ、ナガウニ類等の除去には労力を要すると考えられる。

本邦沿岸には様々なウニ類が分布しているが、海藻植生に及ぼす影響については磯焼け海域に優占するキタムラサキウニ（藤田，1989他）やガンガゼ類（道津ら，2002）について検討されているものがほとんどである。穿孔性のウニ類は窪みに落ち込んだ流失海藻などを餌としており、海藻が繁茂しない時期はほとんど絶食状態で経過することが知られていることから（Campbellaら，1973，西村1974），植生への影響は、キタムラサキウニやガンガゼ類よりも小さいと考えられる。道津ら

（2002）は、長崎県松島沿岸において、直径10mほどの平らな一枚岩にムラサキウニが13.9個体/m²、タワシウニが1.9個体/m²、あわせて15.8個体/m²の極めて高密度で、あたかも“ウニのアパート”のようにたくさんの穴をあけて分布していたにもかかわらず、ホンダワラ類のアカモクの群落が、海底が見えないほど高密度に形成されていた状況を観察した。これらのことから、本邦沿岸における海藻植生に及ぼす影響はキタムラサキウニやガンガゼ類によるものが圧倒的に大きいと考えられ、藻場の保護対策としては、キタムラサキウニとガンガゼ類に対する除去速度を算定しておくことがまず必要であると考えられる。

謝 辞

本報告を御校閲いただいた、東京大学名誉教授日野明德博士、（財）海洋生物環境研究所理事清野通康博士に感謝いたします。現地調査にご協力いただいた、北海道電力株式会社ならびに泊漁業協同組合関係各位に感謝いたします。また調査の実施に際しては、株式会社 エコニクススタッフに多大なる御協力をいただき心からお礼申し上げます。なお、本研究は経済産業省から委託された海域環境調和発電所実証調査として実施された調査の一部であり、関係各位にお礼申し上げます。

引用文献

- 吾妻行雄・松山恵二・中多章文・川井唯史・西川信良（1997）. 北海道日本海沿岸のサンゴモ平原におけるウニ除去後の海藻群落の遷移. 日水誌, **63**, 672-680.
- Campbella, A. C., Darta, J. K.G, Head, S.M. and Ormond, R.F.G. (1973). The feeding activity of *Echinostrephus molaris* (de Blainville) in the central red sea. *Marine Behaviour and Physiology*, **2**, 155-169.

道津光生・太田雅隆・益原寛文 (2002). 長崎県
松島周辺の海藻植生に及ぼすガンガゼ類の食
圧の影響について. 海生研研報, **4**, 1-10.
藤田大介 (1983). 北海道大成町の磯焼け地帯の
海藻の分布. 南紀生物, **31**, 109-114.
Kitching, J.A. and Ebling, F.J. (1961). The ecology of
Lough Ine XI. The control of algae by

Paracentrotus Lividus (Echinoidea). *J. Animal
Ecol.*, **30**, 73-383.
西村三郎 (1974). 潮間帯における二次生産者. 「
海の生態学」(沼田真監修), 生態学研究シリー
ズ **3**, 築地書店, 東京, 267-272.
水産庁 (2007). 磯焼け対策ガイドライン. (社)
全国漁港漁場協会, 301pp.