

若狭湾沖の耕うんされた海底における 底生生物の観察

領家 一博*1

1994年8月6日、海底耕うんの効果を調査する目的で、若狭湾沖の耕うん海底(水深444~502 m)において、「しんかい2000」による潜航調査を行った。

(1) 海底には大きな起伏はなくほぼ平面であるが、小さな穴や窪みが数多くあった。

(2) 採泥地点ごとの底質分析結果から、COD と硫化物は海底が耕うんされることによって低下する傾向がみられた。

(3) ホッコクアカエビ *Pandalus eous* の生息密度は、耕うん海底が0.008尾/m²、非耕うん海底が0.016尾/m²と計算された。

(4) ズワイガニ *Chionoecetes opilio* の生息密度は、耕うん海底が0.007尾/m²、非耕うん海底が0.002尾/m²と計算された。

(5) 水深500mの地点でズワイガニのカップリングを確認した。これが初産卵に伴うものか否かは明らかにできなかった。

キーワード：耕うん海底、若狭湾、カップリング、ホッコクアカエビ、ズワイガニ

Observations of Benthic Organisms at a Tilled Seabed Site off Wakasa Bay, the Sea of Japan

Kazuhiro RYOKE*2

Observations of benthic organisms were carried out using "Shinkai 2000" at a tilled seabed site off Wakasa Bay, the Sea of Japan, on 6 August, 1994, to investigate the effect of the tillage.

(1) The seabed was nearly flat with no steep slope, and there were many small holes and hollows.

(2) COD and total sulfide of the mud at each station were analyzed. These values tended to decline after tillage.

(3) The population density of pink shrimp, *Pandalus eous*, was calculated at about 0.008 individuals/m² at a tilled seabed site, and 0.016 inds./m² at a untilled seabed site.

(4) The population density of snow crab, *Chionoecetes opilio*, was calculated at about 0.007 inds./m² at a tilled seabed site, and 0.002 inds./m² at a untilled seabed site.

* 1 福井県水産試験場

* 2 Fukui Prefectural Fisheries Experimental Station

(5) A male snow crab coupled with a female was observed at a depth of 500m. It was not clear whether the female was just before primary spawning or not.

Key words : Tilled seabed, Wakasa Bay, Coupling, Pink shrimp, Snow crab

1. はじめに

底曳網漁業は福井県の主要な漁業であり、主にホッコクアカエビやズワイガニなどの底魚を漁獲している。しかし、近年これらの漁獲量が大幅に減少していることから、県では、コンクリート製の魚礁を設置したり海底の耕うんを行うなど、これら資源の回復に努めてきた。

その効果を把握するため、県水産試験場は調査船による試験操業を実施しており、一定の効果が認められている(福井水試, 1990)。また、「しんかい2000」による本県沖合の潜航を過去に2度(1990, 1992年)実施しており、魚礁の設置状況や耕うん海底の形状、及びホッコクアカエビやズワイガニの生息密度などを調査した(領家,

1991; 柏谷, 1993)。

今回、耕うんによる効果の発現要因を調査する目的で、1992年に引き続き耕うん海底に潜航し、海底の形状や底生生物の生息状況に関する知見を得た。

2. 材料及び方法

1994年8月6日、「しんかい2000」で潜航調査を行った。潜航地点は、福井県九頭竜川河口から北西42km、北緯36°27′、東経135°43′の耕うんされた海底である(図1)。

潜航当日の2日前に「ドルフィン3K」による調査を実施した際、直径が60cm程度のエビかごに餌用のマイワシ *Sardinops melanosticta* を入れて、潜航予定海底に敷設した。

調査は水深467mの地点に着底した後、1993年8月に耕うんされた海底から1992年8月に耕うんされた海底を横断するあたりに3,270mを航走した。その後、前述のエビかご敷設地点へ移動するため、海底から4m程度浮上して2,070mを航走した。再び着底した後、460mを航走した地点でエビかごを発見・回収し、水深500mの地点で離底した(図2)。着底した状態で航走したのは合計

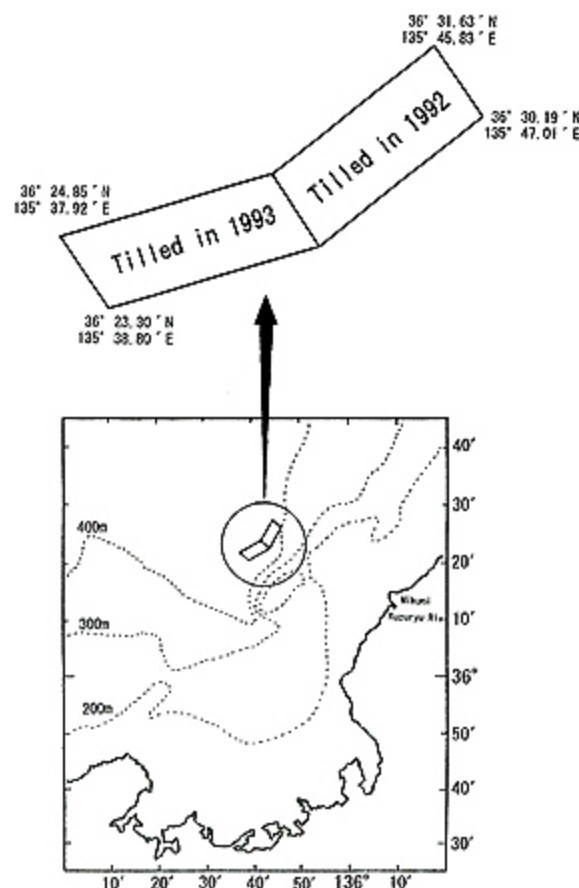


図1 若狭湾沖の耕うんされた海底
Fig. 1 Location of a tilled seabed site off Wakasa Bay, the Sea of Japan.

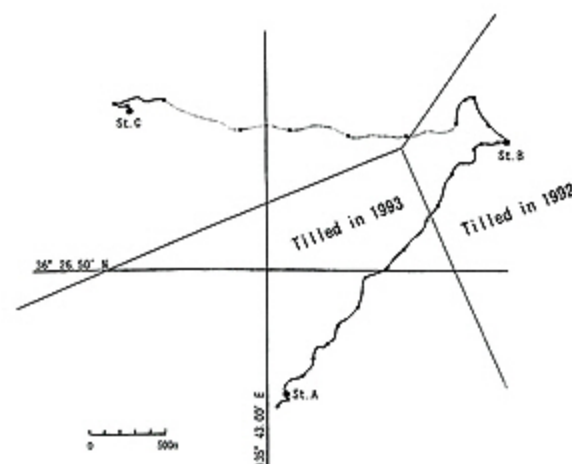


図2 「しんかい2000」の潜航位置(点線は着底していない航走を示す)。St.A: 1993年耕うん海底, St.B: 1992年耕うん海底, St.C: 非耕うん海底

Fig. 2 Track line of "Shinkai 2000" (Dotted line indicates the intervals that the submersible was not surveying the seabed). St.A: Tilled in 1993, St.B: Tilled in 1992, St.C: Untilled seabed.

3,730mであり、この間、海底の形状及びホッコクアカエビやズワイガニなどを観察してビデオに収録した。

また、1993年耕うん海底(St.A;水深469m)、1992年耕うん海底(St.B;水深445m)及び非耕うん海底(St.C;水深500m)の3地点で柱状採泥を行い、後日、県水産試験場で分析した。

潜航時間は5時間27分で、そのうち海底での滞在時間は4時間25分であった。

3. 結果及び考察

3.1 海底の形状と底質

海底には全般的に大きな起伏はなくほぼ平面であるが、小さな穴や窪みが数多くあった。生物相は単純で、クモヒトデ類が優占していた。耕うん跡は海底に何本ものスジをひいた様相で、深く明瞭な跡と浅く不明瞭な跡が混在していた。耕うん後の経過年数によって耕うん跡の形状が異なると予想したが、今回の調査では1992年耕うん跡と1993年耕うん跡に大きな違いは認められなかった。

底質分析の結果は、CODと硫化物はともに非耕うん海底より耕うん海底の値が低く、さらにCODは耕うん後の経過年数が短い1993年耕うん海底の値がより低かった。水産用水基準では、CODが20mg/乾泥g以下、硫化物が0.2mg/乾泥g以下であることが望ましいとしている。従って、今回調査した海底は3地点とも汚染されていないと判断されるが、耕うんされることによって底質がより改善されることがうかがえた。なお、強熱減量には大きな差異は認められなかった。また、泥の上層と下層を比較すると、強熱減量のみ上層の値が低かったが、それ以外は明らかな傾向は認められなかった(表1)。

なお、「しんかい2000」のSTDで測定した海底の水温

は0.228~0.452℃、塩分は34.010~34.400であった。

3.2 ホッコクアカエビの観察

航走中、のぞき窓から244尾のホッコクアカエビを目視した。マニピュレーターに取り付けたスケールで計測したところ、体長10~13cmの大型個体を中心であったことから、おおむね5才以上の雌であったと考えられる。

のぞき窓からの目視は見落としの可能性があるので、密度推定はビデオに収録された個体を計数する方法で行った。1993年耕うん海底から1992年耕うん海底を3,270m横断航走した間に、77尾が収録されていた。カメラの視界幅を3mと仮定すると、密度は0.008尾/m²である。次に、エビかごを回収するため非耕うん海底を460m航走した間に、22尾が収録されていた。視界幅は同じとすると、密度は0.016尾/m²である。「しんかい2000」で今回の潜航地点に近い耕うん海底を調査した粕谷(1993)は、耕うん海底を「ミゾのあるところ」と「ミゾのないところ」に区分し、視界幅を3mと仮定したうえで、それぞれの密度が0.053尾/m²、0.025尾/m²であったと報告している。今回はミゾの有無で区分せず耕うん海底全体として扱ったので、粕谷の調査結果を今回と同じ条件で再度計算し比較した。すなわち、粕谷は耕うん海底を合計2,633m航走し、延べ269尾を確認したのだから、耕うん海底全体の密度は0.034尾/m²であったことになる。今回の結果は、これよりかなり低かった。

粕谷は「ミゾのあるところ」の密度が「ミゾのないところ」の約2倍であったことや、「ミゾのないところ」でも自然の窪みに生息していた個体が多かったことから、耕うんによる海底の形状変化がホッコクアカエビにとって良い生息環境をもたらしていると推察している。今回の調査でも、耕うん跡や自然の窪みに生息していた個体が多く見受けられたことから、耕うん海底の方が密度が

表1 底質分析結果

Table 1 Sediment characteristics at each survey station.

St.	Layer	COD (mg/g)	Total sulfide (mg/g)	Ignition loss (%)
A (Tilled in 1993)	Upper	13.6	0.12	7.5
	lower	16.6	0.12	8.5
B (Tilled in 1992)	Upper	17.1	0.08	7.7
	lower	17.0	0.16	8.0
C (Untilled seabed)	Upper	18.4	0.17	8.6
	lower	17.1	0.17	8.7

高いと予想したが、結果は逆であった。ホッコクアカエビの生息条件としては、海底の形状以外に餌生物の量が重要だと考えられる。しかし、ホッコクアカエビの主な餌と考えられる端脚類は、耕うん海底にも非耕うん海底にも多数生息しており、大きな違いは認められなかった。耕うん海底の方が密度が低かった理由は明らかでないが、ホッコクアカエビの密度にはかなり濃淡があるのかもしれない。ズワイガニについては、安達 (1993) が「しんかい2000」による目視計数結果を統計処理した結果、集中分布すると報告している。また、山崎 (1994) はカニかごによる採捕結果から、ズワイガニがパッチ状に分布すると報告している。今回の調査結果から、ホッコクアカエビについても一様な分布をしない可能性が示唆された。

3. 3 ズワイガニの観察

航走中、295尾のズワイガニを目視した。個体の大きさは様々であり、甲幅5cm程度のものから15cm前後のものまでが混在していた。ビデオに収録された個体数は耕うん海底で67尾、非耕うん海底で3尾の合計70尾であり、前述した方法で密度を求めると、耕うん海底が0.007尾/m²、非耕うん海底が0.002尾/m²であった。粕谷は航走中に延べ65尾を確認したと報告していることから、耕うん海底全体としては0.008尾/m²であったことになり、今回の結果はこの値とほぼ同じであった。

同時期に本県沖合の200~350mの水深帯において、県水産試験場が細径ケーブル無人潜水機 (Untethered Remotely Operated Vehicle; 以下UROVと記す) を用いて海底の調査を行った結果、ズワイガニの生息数が多い地点と少ない地点に大別された。カメラの視野幅を1mと仮定して求めた密度は、前者が0.026~0.034尾/m²、後者が0~0.007尾/m²と推定された (未発表)。ズワイガニの生息水深はおおむね200~400mと報告されていることから (尾形, 1974)、水深450~500mにおける密度は相対的に低いと考えられる。このため、今回求めた密度が、UROVによる調査で求めた生息数が少ない地点の値と同程度であったと考えられる。

また、今回の潜航中ズワイガニの脱皮殻を多数確認するとともに、甲らの後端が二重になっている脱皮最中の個体も確認した (写真1, 2)。伊藤 (1970) は、ズワイガニの甲殻硬度の季節変化などから、第7令以降は7~12月に脱皮すると報告している。本県沖合においても、同時期に脱皮のピークをむかえるものと考えられる。

さらに、水深500mの地点でカップリング (交尾前行動) を確認した。これは、雄ガニが鉗脚で雌ガニの歩脚

を挟み互に向き合う状態であり、この後、雌ガニが脱皮して交尾することが知られている (Watson, 1970)。今回確認したカップリングは写真撮影されなかったが、ビデオに収録された。しかし、カップリングしていた雌ガニが、初産卵前の第10令の未成年か成体かを外観から判断することはできなかった。産卵期は初産卵が6~9月 (今, 1965)、経産卵が3~4月 (松浦, 1934) と報告されていることから、時期だけを考慮すると確認したカップリングは初産卵に伴うものであったと判断される。しかし、雌ガニは成熟段階別に「すみわけ」をしており、初産卵に伴う交尾は220~290mの水深帯で行われること (山崎ほか, 1985)、交尾を終えた雌ガニは深所へ移動すること (今, 1969) に加え、産卵期には個体差があり長期間にわたることを考え併せると、確認したカップリングが経産卵に伴うものであった可能性も否めない。Taylor et al. (1985) は、経産卵前にも交尾する雌ガニがいると報告していることから、本県沖合にも2回以上交尾する雌ガニが存在する可能性がある。今回の調査では、水深500mの地点でカップリングが行われていた事実を確認したのみで、これが初産卵に伴うものか経産卵に伴うものかを判断することはできなかった。

3. 4 エビかごによる集実実験

エビかごにはエッチェウバイ *Buccinum striatissimum* などの大型巻貝が多数付着しており、その周囲に10尾前後のザラビクニン *Careproctus trachysoma* が遊泳していた。エビかごを回収した結果、タナカゲンゲ *Lycodes tanakai* 3尾、ザラビクニン2尾、大型巻貝60個体が採捕された。エビかごの付近で数尾のホッコクアカエビが確認されたが、採捕されなかった。

4. おわりに

資源管理を推進するにあたっては、漁獲努力を削減する一方で、対象生物の生態的知見に基づいた保護・増殖対策を講じることが有効である。今回の調査によって、ホッコクアカエビは深みに生息するものが多いことが再確認され、また、分布様式が一様でない可能性があることが明らかになった。ズワイガニについては、交尾が行われる水深は従来考えられていた地点より深い場合があること、もしくは2回以上交尾する雌が存在する可能性があることなどが明らかになった。

今回得られた成果は、これら資源の保護・増殖対策を推進していくうえで、貴重な知見となる。

最後に、段野潤興司令以下、「なつしま」及び「しんかい2000」の乗組員各位に多大なご支援を賜ったことを記

し、厚くお礼を申し上げる。また、調査の計画・実施にあたっては、県水産試験場の村本昭市主任研究員（現在：県農林水産部水産課）に、底質分析は県水産試験場の岩谷芳自研究員にご協力いただいた。併せてお礼を申し上げます。

引用文献

- 安達二郎 (1993) : 島根県日御崎沖ズワイガニ保護礁設置海域におけるズワイガニの分布密度と集中度の関係。しんかいシンポジウム報告書, 9, 367-376.
- 福井県水産試験場 (1990) : ズワイガニ資源培養魚礁効果調査報告書。福井水試報告, 2, 27-34.
- 伊藤勝千代 (1970) : 日本海におけるズワイガニの生態に関する研究。III. 甲幅組成および甲殻硬度の季節変化から推察される年齢と成長について。日水研報告, 22, 81-116.
- 粕谷芳夫 (1993) : 若狭湾沖の耕うんされた海底の形状とホッコクアカエビ *Pandalus borealis* 及びズワイガニ *Chionoecetes opilio* の生息密度について。しんかいシンポジウム報告書, 9, 361-366.
- 今 攸 (1965) : 初産卵時期に関する一考察。福井水試報告, 3, 1-5.
- 今 攸 (1969) : ズワイガニに関する漁業生物学的研究-III. 水深別にみた分布密度と甲幅組成。日水誌, 35, 624-628.
- 松浦義雄 (1934) : ズワイガニの生態に就きて。動雑, 46, 411-420.
- 日本海ホッコクアカエビ研究チーム (1991) : ホッコク

アカエビの生態と資源管理に関する研究。特定研究開発促進事業地域性重要水産資源管理技術開発総合研究総合報告書, 14-40.

- 尾形哲男 (1974) : 日本海のズワイガニ資源。水産研究叢書, 26, 29-38.
- 領家一博 (1991) : 「しんかい2000」による若狭湾の保護区周辺におけるズワイガニ *Chionoecetes opilio* の生態観察。「しんかい2000」研究シンポジウム報告書, 7, 277-282.
- Taylor, D.M., R.G. Hopper and G.P. Ennis (1985) : Biological aspects of the spring breeding migration of snow crabs, *Chionoecetes opilio*, in Bonne Bay, Newfoundland (Canada). Fish. Bull., 83, 707-711.
- Watson, J. (1970) : Maturity, mating, and egg laying in the spider crab, *Chionoecetes opilio*. J. Fish. Res. Bd. Canada, 27, 1607-1616.
- 山崎 淳・生田哲郎・西広富夫・内野 憲 (1985) : 京都府沖合海域におけるズワイガニの生態に関する研究-III. 成熟・産卵にともなう雌ガニの分布。京都海洋センター研報, 9, 17-22.
- 山崎 淳 (1994) : ズワイガニの生態特性にもとづく資源管理に関する研究。京都府立海洋センター研究論文, 4, 7-33.

(原稿受理: 1995年6月21日)

(注) 写真は次ページ以降に掲載

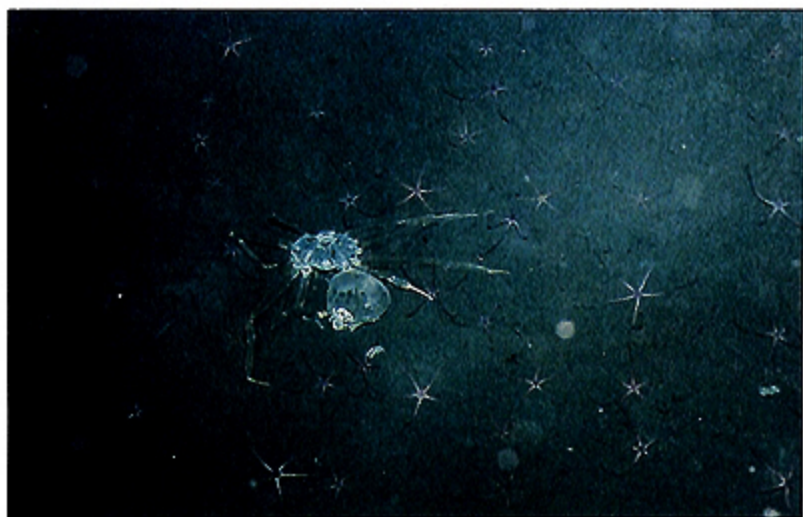


写真1 ズワイガニの脱皮殻
Photo 1 A molted cast-off shell of the snow crab.



写真2 脱皮最中のズワイガニ
Photo 2 A molting snow crab.