

日本海におけるオオエッチュウバイ *Buccinum tenuissimum* の成熟サイズ

前田経雄・土井捷三郎
(2006年2月2日受理)

Size at sexual maturity of a deep-sea whelk, *Buccinum tenuissimum*, in the Sea of Japan

Tsuneo MAEDA*¹ and Shouzaburo DOI*²

Size at sexual maturity of a deep-sea whelk, *Buccinum tenuissimum*, was examined using five samples collected from the Sea of Japan, mainly from Toyama Bay in July, 1988, May and June, 1989, and March and October, 2001. When cracks of the thin shell made it impossible to measure shell length (SL), it was estimated from operculum diameter (OD) by means of the regression curve: $SL=63.859 \times \text{Log}(OD)-111.15$ ($r^2=0.94$, $p<0.001$, $n=281$). Sexual maturity was estimated from gonad index (GI:gonad weight(g) / OD (mm)³ × 10⁴) in males and females, and penis length in male. In all specimens examined, GI was almost 0 at sizes smaller than 90 mm SL in both sexes, and then increased at sizes 100-130 mm SL in males and 100-140 mm SL in females, respectively. Penis length increased rapidly at sizes larger than 100 mm SL and increased to about 60-110 mm in length at 120 mm SL. These results suggested that the whelk would mature when SL reached 100-130 mm in males and 100-140 mm in females, respectively.

Key words: *Buccinum tenuissimum*, deep-sea whelk, gonad index, sexual maturity, the Sea of Japan

オオエッチュウバイ *Buccinum tenuissimum* は新腹足目エゾバイ科エゾバイ属に属する巻き貝の1種で、日本海に固有の種である (土井 1997)。生息水深は350-1550 m の範囲にあり (土井 1990a, 加藤 1979, 田中・安達 1979, 土田・林 1994), その中心は水深750-1200m付近にあるとされている (土田・林 1994)。最深部の水深が1250mに達する富山湾では、バイかごによる漁業の歴史が古く、1880年代末より盛んに漁業が行われた記録が残されている (土井 1987)。本種は富山県東部 (黒部・魚津) においてはマッコモ, 西部 (新湊) においてはアオバイと称され、特に西部において大型のものは市場価値が極めて高く、水産業上の重要対象種となっている。

富山県や日本海全体におけるオオエッチュウバイ単一種での漁獲量は不明であるが、富山農林水産統計年報によると富山県における深海性バイ類 (オオエッチュウバイ, カガバイ *B. bayani*, ツバイ *B. tsubai*, チヂミエゾボラ *Neptunea constricta*) の合計漁獲量 (属地統計) は、1990-1999年においては350トン前後で比較的安定して推移していた。ところが、2000-2002年にはそ

*¹ 富山県水産試験場 (Toyama Prefectural Fisheries Research Institute, Namerikawa, Toyama 936-8536, Japan)

*² 佐賀市高木瀬町東高木1180 (1180, Higashitakagi, Takagise, Saga 849-0917, Japan)

これらの漁獲量(2002年のみ属人統計)は300トンを下回るまで減少した。なお、平成12年度(2000年4月-2001年3月)には、深海性バイ類の漁獲量の内、オオエッチュウバイの占める割合(重量比)は約3割と推定されている(前田 2003)。このように近年漁獲量が減少していることから、オオエッチュウバイを含むバイ類全体の資源状態が悪化していることが懸念される。また土井(1997)は、オオエッチュウバイの漁獲物サイズに小型化が認められるとして、本種を減少傾向種と評価している。

今後も資源を持続的に利用するためには、本種を対象とした資源管理が必要と考えられるが、その際に必要となる年齢や成長、成熟に関する知見はほとんど得られていない。土井(1997)は、オオエッチュウバイの生殖腺の熟度が、雄では殻長8.3cm、雌では10.0cmから高まると述べているが、具体的な根拠は示されていない。そこで本研究では、オオエッチュウバイの生殖腺重量ならびに雄のペニス長を測定し、本種の成熟サイズを推定したので報告する。

材料と方法

標本とするオオエッチュウバイは、1988年7月25日、1989年5月29日、6月26-28日に富山湾内において、2001年3月24日に能登半島沖(北緯38° 05-08', 東経136° 39-40' 水深800-900 m)において、2001年10月20-21日に隠岐堆周辺(北緯36° 35-38', 東経134° 04-14' 水深432-487 m)において、バイかごにより漁獲されたものを使用した。1988年および1989年の標本は、滑川市場で水揚げされた漁獲物の中から、サイズにより選別される前(以下選別前)に無作為に抽出した。各調査日における標本数は、1988年7月25日が63個体(貝殻が破損しておらず、すべて殻長が測定可能なもの)、1989年5月29日および6月26-28日がそれぞれ72個体および49個体(貝殻が破損し、殻長が測定できないものも含む)であった。2001年の標本は魚津市場に水揚げされたものであり、2001年3月24日の標本は各銘柄(1箱あたり20, 25, 30個体および3kg入り)の中から76個体を全体の殻長組成を反映させるように抽出し、2001年10月20-21日の標本は選別前の漁獲物から無作為に101個体を抽出して使用した。

蓋長径(蓋の長軸に沿った直径)の計測は、ノギスを用いて0.1mmの単位で行った。貝殻に破損がなく殻長の測定が可能な個体については、同様の方法で殻長の計測を行った。雌雄の判別はペニスの有無により行い、生殖腺重量は電子天秤を用いて0.01 gの単位で測定した。2001年に採集された雄については、ペニス長の計測を、ノギスを用いて0.1mmの単位で行った。本研究では生殖腺熟度を示す指標として、久保・吉原(1969)を参考に、生殖腺係数($GI=GW/OD^3 \times 10^4$)を使用した(ただし、GWは生殖腺重量(g)、ODは蓋長径(mm))。

結 果

オオエッチュウバイの貝殻は非常に薄く壊れ易いため、一部の個体では、巻き貝の大きさの指標として通常用いられる殻長が測定できなかった。一方、オオエッチュウバイの蓋(operculum)は、漁獲物を取り扱う際に外れたり破損したりすることはなかった。そこで、蓋長径と殻長の両方を測定した個体を用いて、両者の関係を調べたところ、以下に示す有意な関係式が得られた

(Fig. 1)。

$$SL = 63.859 \times \text{Log}(OD) - 111.15 \quad (r^2 = 0.94, p < 0.001, n = 281)$$

ただし、SL は殻長 (mm)、OD は蓋長径 (mm) とする。

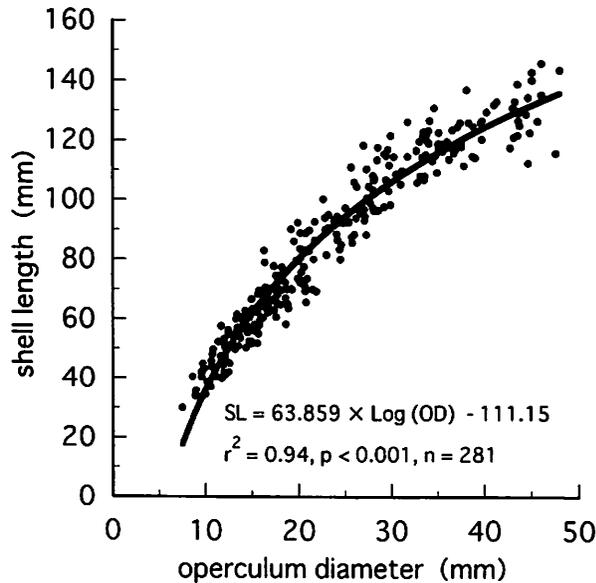


Fig. 1 Relationship between operculum diameter and shell length of the whelk, *Buccinum tenuissimum*, collected in Toyama Bay on July 25, 1988, and May 29 and June 26-28, 1989; off the Noto Peninsula on March 24, 2001; and from Oki Bank on October 20-21, 2001.

以上の回帰式をもとに、貝殻の破損した個体の殻長は蓋長径から推定した。この様にして推定された殻長を含め、サンプルごとの殻長組成を Fig. 2 に示した。殻長分布はサンプル間で有意に異なったものの (Kruskal-Wallis 検定, $H=77.53$, $df=4$, $p < 0.001$)、大部分の個体は殻長 50–130 mm の範囲にあり、いずれのサンプルにおいても殻長範囲に大きな違いはなかった。

本研究で調査したオオエッチュウバイのサイズが雌雄によって異なるか調べるために、得られた全個体を用いて、サイズごとに雌雄比を求めた (Fig. 3)。 χ^2 検定を行ったところ、雌雄比に有意な差は認められなかった ($\chi^2 = 34.12$, $df = 23$, $p > 0.05$)。

殻長と生殖腺係数の関係をサンプルごとに示した (Fig. 4)。いずれのサンプルにおいても、雌雄とも殻長 90 mm 未満において生殖腺係数はほぼ 0 であったが、90 mm 以上になると生殖腺係数が僅かに上昇した個体が出現し、100 mm 以上ではサイズのより大きな個体で生殖腺係数が大きくなる傾向にあった。殻長サイズに対する生殖腺係数の値は、各サンプルともほぼ同様であったことから、全サンプルのデータを一括して Fig. 5 に示した。これによると、雌雄ともにおよそ殻長 90 mm までは生殖腺係数がほぼ 0 であったが、90–100 mm にかけて生殖腺係数の僅かに高い個体が出現した。雄では、殻長 100 mm 以上になるとほぼすべての個体で生殖腺係数が 0 を上回るようになり、殻長 130 mm にかけて生殖腺係数が徐々に増大していくことが確認された。雌では、殻長 100 mm 以上において生殖腺係数が 0 を上回る個体が増加し、殻長 140 mm にかけてサイズが大きくなるにつれて生殖腺係数の高い個体が出現した。

2001年3月24日と10月20–21日に採集された雄について、殻長とペニス長の関係を Fig. 6 に示

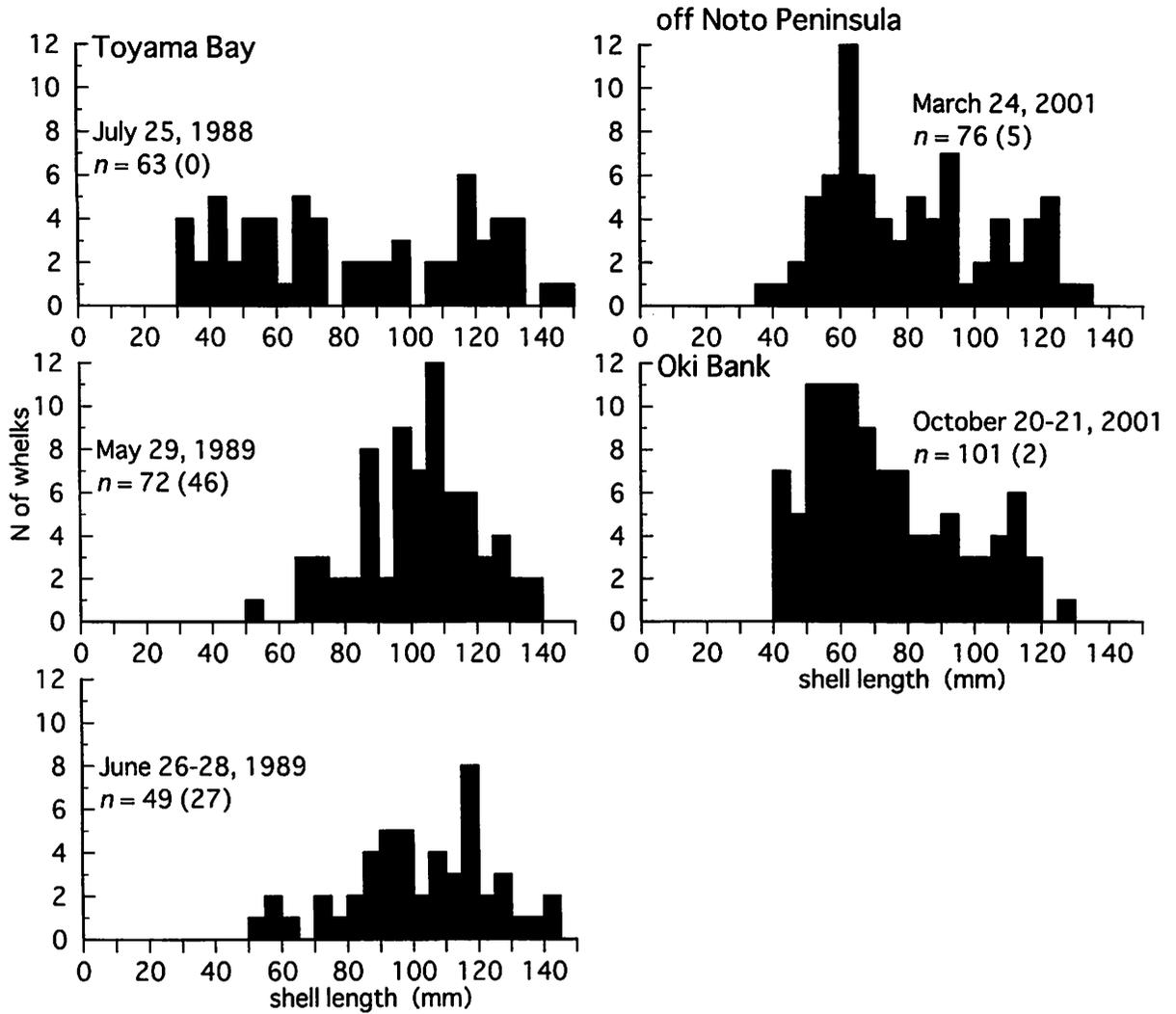


Fig. 2 Shell length distribution of the whelk, *Buccinum tenuissimum*, collected from three locations in the Sea of Japan. Number in the parentheses represents the number of specimens in which the shell length was estimated by the regression curve between operculum diameter and shell length in Fig. 1.

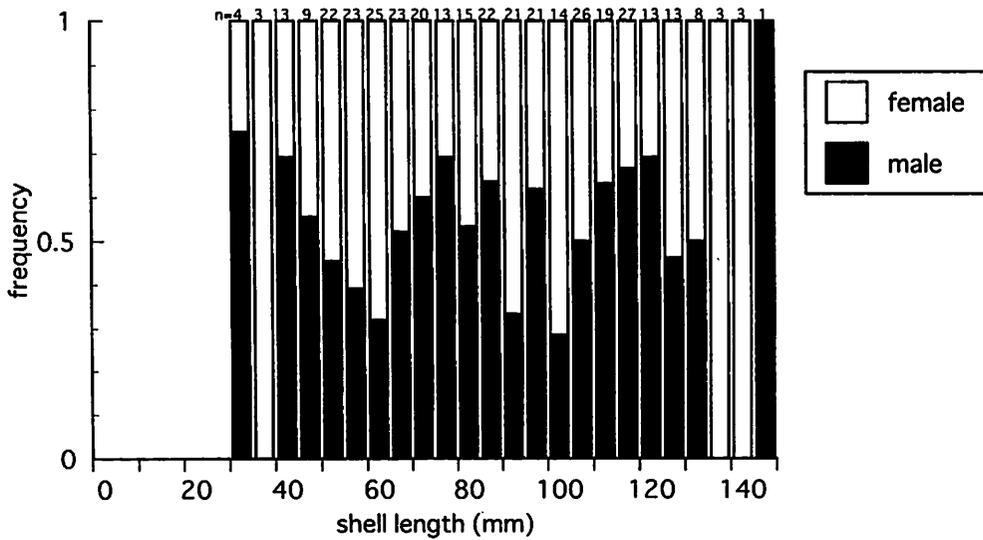


Fig. 3 Proportion of sexes by 5 mm interval in shell length in the whelk, *Buccinum tenuissimum*, in all samples combined. Number above columns indicates sample size.

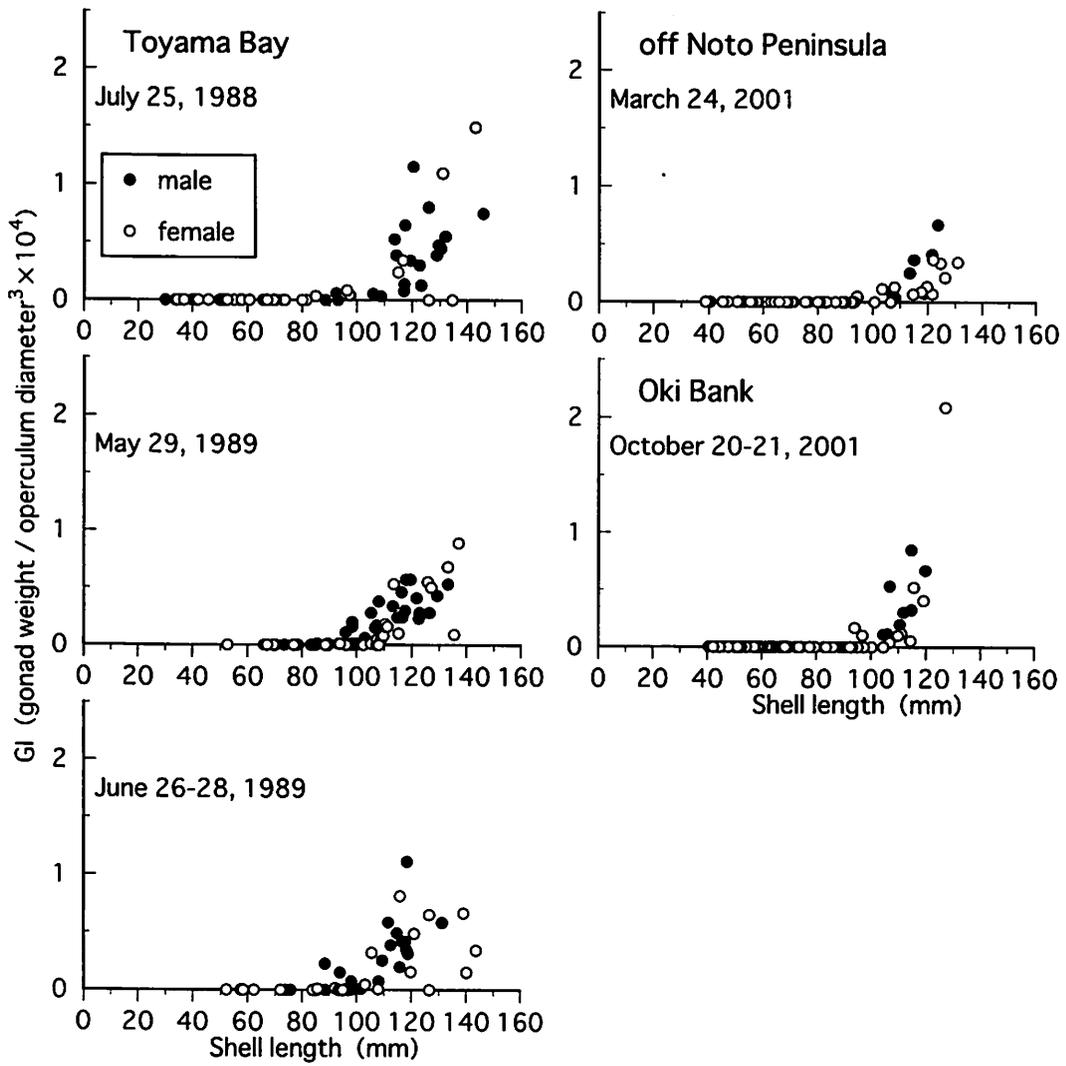


Fig. 4 Relationship between shell length and gonad index (GI: gonad weight / operculum diameter³ × 10⁴) of the whelk, *Buccinum tenuissimum*, collected from three locations in the Sea of Japan.

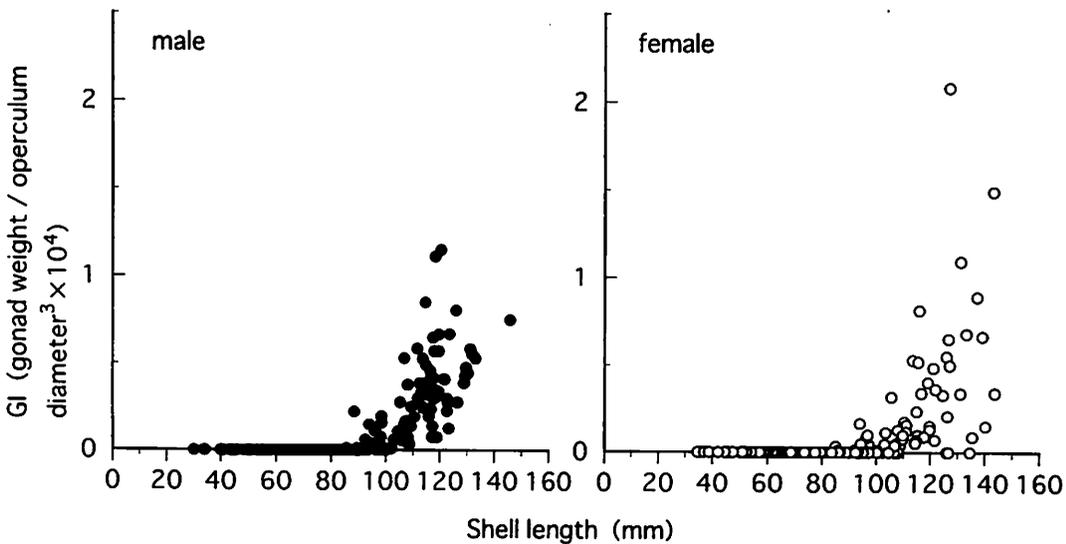


Fig. 5 Relationship between shell length and gonad index (GI: gonad weight / operculum diameter³ × 10⁴) in male and female whelk, *Buccinum tenuissimum*, in all samples combined.

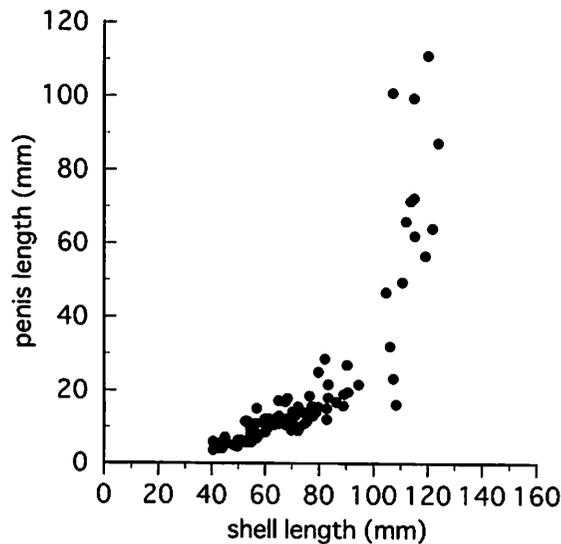


Fig. 6 Relationship between shell length and penis length of male whelk, *Buccinum tenuissimum*, collected off the Noto Peninsula on March 24, 2001 and from Oki Bank on October 20-21, 2001.

した。殻長40–90mmにおいては、殻長が大きいほどペニスは徐々に大きくなる傾向はあったものの、殻長90mmにおいてペニス長は19–27mmであった。ところが、殻長100mm以上になるとペニスは急速に大きくなり、殻長およそ120mmではペニス長は約60–110mmであった。

考 察

本研究で使用したサンプルは、採集年（1988, 1989, 2001年）や時期（3, 5, 6, 7, 10月）、さらに採集場所（富山湾、能登半島沖、隠岐堆）が大きく異なる5つの標本であった。いずれのサンプルにおいても共通して、殻長90mm未満では生殖腺係数がほぼ0であり、殻長100mm以上で生殖腺係数が急激に上昇していることが確認された。特に雄では殻長100–130mmにおいて、雌では殻長100–140mmにおいて、生殖腺係数の増大が顕著であり、この間に生殖腺が急速に発達していることが窺える。以上のことから、雄は殻長100–130mmで、雌は殻長100–140mmで成熟に達するものと推定される。

ペニスは雄の成熟サイズを調べる際の重要な形質と考えられる。オオエッチュウバイのペニス長は、殻長90mmでは30mm未満と小さかったが、殻長100mmを境にして急速に増大することが判った。このことから、生殖腺係数の結果と同様に、雄は殻長100–130mmにおいて成熟に達するものと推定される。

これまでにエゾバイ属で成熟サイズが推定されているのは、ヨーロッパエゾバイ *B. undatum* (Martel *et al.* 1986, Kideys *et al.* 1993), *B. cyaneum* (Miloslavich and Dufresne 1994), シライトマキバイ *B. isaotakii* (Ilano *et al.* 2003), ツバイ (土井 1990b), エッチュウバイ *B. striatissimum* (内野 1980, 為石・村山 2005), カガバイ (瀬戸 1999) の6種である (Table 1)。同一種でも地域によって成熟サイズに差が認められるが、いずれの種においても、成熟サイズは

Table 1 Size at sexual maturity in Genus *Buccinum*

species name	surveyed area	shell length at sexual maturity (mm)		method	literature
		male	female		
<i>B. undatum</i>	northern gulf of St. Lawrence, eastern Canada	70	80	gonadal index (gonad weight / somatic weight $\times 100$) and penis length in male	Martel <i>et al.</i> , 1986
<i>B. undatum</i>	south-east of Douglas, Isle of Man, United Kingdom	60-70	60-70	gonad weight, penis weight and length in male	Kideys <i>et al.</i> , 1993
<i>B. cyaneum</i>	Saguenay Fjord, Quebec, Canada	27	37	anatomical study of the gonad	Miloslavich and Dufresne, 1994
<i>B. isaotakii</i>	Funka Bay, southern Hokkaido	70	80	ovary weight in female, and seminal vesicle weight and penis length in male	Ihano <i>et al.</i> , 2003
<i>B. tsubai</i>	Toyama Bay	33	43	gonad weight	Doi, 1990b
<i>B. striatissimum</i>	Wakasa Bay	90	90	gonad weight	Uchino, 1980
<i>B. striatissimum</i>	off western Shimane Prefecture	75	80	gonad somatic index (gonad weight / somatic weight $\times 100$)	Tameishi and Murayama, 2005
<i>B. bayani</i>	rearing experiment in the laboratory	-	*73.5	Observation of the spawning in the rearing tank	Seto, 1999
<i>B. tenuissimum</i>	the Sea of Japan	100	100	gonad index (gonad weight / operculum diameter ³ $\times 10^4$) and penis length in male	this study

* Minimum size of the whelk which spawned in the rearing tank

雄よりも雌の方が大きい傾向が認められている。オオエッチュウバイの成熟サイズは、本研究によって雄で殻長100–130mm、雌で100–140mmと推定され、成熟サイズの雌雄による違いはほとんど認められなかった。しかしながら、成熟サイズを厳密に推定するためには、生殖腺係数を求めるだけでなく、生殖腺を組織学的に観察することや卵巣内卵径の頻度分布を求める必要があるとされている（田中 1998）。したがって、今後はより詳細な調査を実施し、本種の成熟サイズの雌雄による違いについてさらに検討していく必要があるだろう。

次に漁獲物の殻長組成に占める成熟個体の割合についてみる。成熟個体（雌雄とも殻長100mm以上の個体）が、殻長組成に占める割合（個体数比）は、1988年7月および1989年5、6月にはそれぞれ37、58および53%であったが、2001年3月および10月には25%ならびに17%に過ぎなかった（Fig. 2）。サンプルの採集地点が異なることや、調査回数が少ないため確かなことは言えないが、以上のことから漁獲物中に占める成熟個体の割合が減少してきている可能性がある。

エゾバイ属が含まれるエゾバイ科の仲間は、その繁殖生態として、大卵少産型の繁殖戦略をとることが知られている。産卵された卵嚢には多数の卵が含まれているが、その中で発生が進行するのは一部の卵のみに限られ、大部分の卵は栄養卵として消費される（菊池 1981）。そして、卵嚢内で発生が進行した胚は、浮遊幼生期を経ずに直接稚貝としてふ出してくる。例えば、カガバイならびにツバイでは、一つの卵嚢あたりそれぞれ10–30個体（Seto and Doi 2000）および4–9個体（瀬戸 1999）の稚貝がふ出してくる。また、雌1個体が1回の産卵で産み付ける卵嚢の数も、カガバイで80–250個（Seto and Doi 2000）、ツバイで150–250個（渡辺 2004）と決して多い数ではない。オオエッチュウバイは1回あたりどれだけの数の卵嚢を産卵するのか、また1つの卵嚢からどれだけの稚貝がふ出するかは明らかにされていないが、他のエゾバイ属と同様に大卵少産型の繁殖戦略をとることはほぼ間違いないと考えられる。加えて、エゾバイ属幼生の発生様式で

ある直達発生では、浮遊幼生期のある間接発生種と比較して、他海域から多数の幼生が一度に加入してくる可能性は低いと考えられる。したがって、乱獲により個体数が一旦減少してしまうと、回復するまでに長期間を要するものと推測される。以上のことから、オオエッチュウバイの個体群において成熟個体が減少することは、そのまま個体群の再生産力の低下につながると判断される。土井(1997)は、富山湾において本種の漁獲物サイズの小型化傾向を見出し、日本海全体においても同様の経過をたどることを危惧している。したがって、今後も持続的に資源を利用して行くためには、ある一定量の成熟個体を個体群の中に残しておく必要があり、漁獲圧を過度に高めないことが重要であろう。

謝 辞

本研究を取りまとめるにあたり、有益なご助言を賜った東京水産大学名誉教授奥谷喬司博士に深い感謝の意を表します。富山県水産試験場の林清志博士をはじめとする漁業資源課の方々には議論を深めていただいた。また、魚津水族館の高山茂樹氏には本種の同定方法に関してご教示をいただいた。これらの方々に厚く御礼申し上げます。標本の収集に際しては、滑川漁業協同組合および魚津漁業協同組合の関係各位にご協力いただいた。ここに記して感謝の意を表する。

要 約

1988年7月、1989年5・6月、および2001年3・10月に富山湾をはじめとする日本海から採集された標本を用い、オオエッチュウバイ *Buccinum tenuissimum* の成熟サイズを推定した。本種の貝殻は薄く割れ易いため、殻長が計測できなかつた個体については、蓋長径(OD)と殻長(SL)の回帰式($SL=63.859 \times \text{Log}(OD) - 111.15$, $r^2=0.94$, $p<0.001$, $n=281$)により蓋長径から殻長を推定した。成熟度の指標には、生殖腺係数(生殖腺重量/蓋長径³×10⁴)を用い、雄ではペニス長も併せて使用した。雌雄とも殻長90mm未満では生殖腺係数はほぼ0であったが、雄は殻長100-130mmにおいて、雌は殻長100-140mmにおいて、殻長の大きい個体ほど生殖腺係数の増加する傾向が認められた。ペニスは殻長100mmを境にして急速に大きくなり、殻長120mmでは長さが約60-110mmであった。以上のことから、オオエッチュウバイの雄は殻長100-130mmで、雌は100-140mmで成熟すると推定された。

文 献

- 土井捷三郎 1987. 富山湾のバイ漁業について. 漁業資源研究会議 北日本底魚部会報, 20: 69-74.
- 土井捷三郎 1990a. 富山湾のバイーその生態と漁業ー. とやまと自然, 12(冬の号): 6-9.
- 土井捷三郎 1990b. 富山湾産ツバイの産卵期と年齢の推定. p.67, 平成元年度日本水産学会秋季大会講演要旨集, 日本水産学会.
- 土井捷三郎 1997. 9. オオエッチュウバイ. pp.38-39, 日本に希少な野生水生生物に関する基

礎資料 (IV), 日本水産資源保護協会.

- Ilan A. S., K. Fujinaga and S. Nakao 2003. Reproductive cycle and size at sexual maturity of the commercial whelk *Buccinum isaotakii* in Funka Bay, Hokkaido, Japan. *Journal of the Marine Biological Association of United Kingdom*, **83**: 1287–1294.
- 加藤史彦 1979. 日本海における深海性有用エゾバイ科巻貝4種の分布. 日本海区水産研究所報告, **30**: 15–27.
- Kideys, A. E., R. D. M. Nash and R. G. Hartnoll 1993. Reproductive cycle and energetic cost of reproduction of the neogastropod *Buccinum undatum* in the Irish Sea. *Journal of the Marine Biological Association of United Kingdom*, **73**: 391–403.
- 菊池泰二 1981. 海産無脊椎動物の繁殖生態と生活史Ⅲ 卵の大きさと胚発生日数, 栄養卵. 海洋と生物, **17**: 402–407.
- 久保伊津男・吉原友吉 1969. 生殖腺熟度 pp.103–107, 水産資源学. 共立出版, 東京.
- 前田経雄 2003. 富山湾とその周辺海域におけるバイ類の漁獲実態とその生物学的特徴. pp.1–9, 平成14年度富山県水産試験場研究発表会要旨集, 富山県水産試験場.
- Martel, A., D. H. Larrivee, K. R. Klein and J. H. Himmelman 1986. Reproductive cycle and seasonal feeding activity of the neogastropod *Buccinum undatum*. *Marine Biology*, **92**: 211–221.
- Miloslavich P. and L. Dufresne 1994. Development and effect of female size on egg and juvenile production in the neogastropod *Buccinum cyaneum* from the Saguenay Fjord. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science*, **51**: 2866–2872.
- 瀬戸陽一 1999. 深層水利用による深海性バイ類の飼育研究. 深層水利用研究会ニュース, **3(1)**: 11–14.
- Seto Y. and S. Doi 2000. Seed production trial of the deep-sea whelk *Buccinum bayani* using deep sea water. *UJNR Technical Report*, **28**: 85–88.
- 為石起司・村山達朗 2005. ばいかご漁業における選択漁具の開発. 島根県水産試験場研究報告, **12**: 43–48.
- 田中伸和・安達二郎 1979. 大陸棚斜面資源開発調査 エビ・バイ籠漁業試験. pp.88–120, 島根県水産試験場事業報告昭和52年度, 島根県水産試験場.
- 田中昌一 1998. 成熟・産卵 pp.150–152, 水産資源学総論. 恒星社厚生閣, 東京.
- 土田 英治・林 育夫 1994. 日本海西部海域における浅海帯下部と漸深海帯貝類の特性. 日本海区水産研究所報告, **44**: 81–129.
- 内野 憲 1980. エッチュウバイの成長. 京都府海洋センター研究報告, **4**: 39–44.
- 渡辺孝之 2004. 海洋深層水を利用した深海性バイ類の飼育試験. pp.16–18, 平成15年度日本海増養殖研究会講演要旨集, 独立行政法人水産研究総合センター日本海水産研究所.