

## Coded Wire Tag を用いたキタムラサキウニへの標識技術

佐野 稔,<sup>1\*</sup> 關 哲夫,<sup>2</sup> 大森迪夫,<sup>1</sup> 谷口和也<sup>1</sup>

(2000年1月11日受付, 2000年7月31日受理)

<sup>1</sup>東北大学大学院農学研究科, <sup>2</sup>水産庁養殖研究所A Tagging Method for the Sea Urchin *Strongylocentrotus nudus*  
(A. Agassiz) with Coded Wire TagMinoru Sano,<sup>1\*</sup> Tetsuo Seki,<sup>2</sup> Michio Omori,<sup>1</sup> Kazuya Taniguchi<sup>1</sup><sup>1</sup>Graduate School of Agricultural Sciences, Tohoku University, Miyagi 981-8555, <sup>2</sup>National Research Institute of Aquaculture, Mie 516-0193, Japan

Usefulness of Coded Wire Tag made of stainless steel for the sea urchin *Strongylocentrotus nudus* (A. Agassiz) was examined by rearing experiments. Tags were inserted in the peripharyngeal cavity of sea urchins. Effects of tagging on the growth and mortality were not found. The lost tags in % for 7 days increased for the first 14 days after tagging, showing size-dependent difference, and thereafter abruptly declined and kept a low value after 21st day, without showing difference among size class. Estimation of the % of lost tags for any time became possible using a regression equation of the accumulated % of lost tags on the elapsed day from the 21st day after tagging.

キーワード: Coded Wire Tag, キタムラサキウニ, 標識技術, 脱落率

標識放流は動物の移動, 分散や個体数を推定するために古くから行われてきており, これまでに様々な標識技術が開発されてきた。<sup>1)</sup> 沿岸岩礁域に生息するウニ類についても, 多くの標識が試されており, 殻表面の染色,<sup>2,3)</sup> 硬組織染色,<sup>4)</sup> PIT Tag<sup>5)</sup> などの一部の方法については飼育実験により実用化への可能性が示唆されている。しかし, 染色による場合は放流時期の識別や体サイズ別に放流する場合の放流群の識別ができず, PIT Tag の場合は個体識別はできるが装着個体の体サイズに制約があるなど個体群動態の調査や資源管理に適用する上での問題が残されている。

Coded Wire Tag (Northwest Marine Technology, Inc.) は Jeffers *et al.*<sup>6)</sup> によって開発され, 主に北米のサケ・マス類の資源管理に用いられてきた。<sup>7)</sup> この標識は直径 0.25 mm, 長さが 0.5, 1.0, 2.0 mm のいずれかの小型のステンレス製もしくは金製のワイヤーを動物の体内に埋め込み, ステンレ

ス製の場合は金属探知器である携帯用サンプリング探知器 (Northwest Marine Technology, Inc.) で, 金製の標識は超軟X線撮影装置 (ソフテックス社) で標識の有無を確認する方法であり, 動物の成長, 死亡に対する影響が小さく, 標識の脱落率も低いとされている。<sup>1)</sup> さらに標識表面には2進法のコードが刻印されており, 標識を取り出し, 実体顕微鏡でそのコードを読みとることで, コード別に放流群が識別できる。しかし, この標識のウニ類への装着方法は確立されておらず, 実用性については明らかでない。

標識としての実用性を検討するためには, まず, 標識を挿入したことによる成長, 死亡, 行動への影響, 脱落率とその経時変化の特徴を明らかにし, それらの結果をふまえて野外調査での適用方法を検討する必要がある。一方, 一定時間後の Coded Wire Tag の脱落率が, 対象とする動物の標識時の体サイズや標識部位によって変わることが報告されてお

\* Tel &amp; Fax : 81-022-717-8847, E-mail : msano@bios.tohoku.ac.jp

り,<sup>8,9)</sup> 脱落率の経時変化はこれらの要因を入れたうえで解析されなければならない。さらに, 標識が可食部に混入するか否かなど食品衛生上の問題についての検討も必要とされる。

本研究では北日本において漁獲対象となっているキタムラサキウニ *Strongylocentrotus nudus* (A. Agassiz) に対して, Coded Wire Tag を非可食部の周咽頭腔に挿入し, 成長, 死亡に及ぼす影響と脱落率の経時変化を殻径別に明らかにし, 標識としての有効性を検討するとともに, それらの結果にもとづいて野外調査に適用した場合の, 誤差の小さい脱落率の推定方法を検討した。さらに, キタムラサキウニ体内における標識の移動を明らかにし, 標識挿入の食品衛生上の問題点を検討した。

### 材料と方法

**標識手順** キタムラサキウニは生殖腺が食用とされ, 体に筋組織がほとんどない。そのため, 標識が可食部に混入する可能性が低いと思われる周咽頭腔を標識部位とした。長さ 1.0 mm の Coded Wire Tag を次の手順で挿入した。(1)キタムラサキウニの周口部を上向きにし, (2)手動式インジェクター (Northwest Marine Technology, Inc. 製) の針先を周口膜に約 5 mm ほど突き刺し, (3)標識を挿入し, (4)針先を周口膜の裏側に付くようにインジェクターの針先をねかせ, (5)針を抜き取る。これによって標識は周咽頭腔内に収まる。

**飼育条件** 一連の実験に用いたキタムラサキウニのうち殻径 40 mm 以上の個体は, 1997 年 6 月に宮城県本吉町大谷の岩礁域において採集し, 実験用水槽で 30 日間馴致した。殻径 40 mm 未満の個体は福島県栽培漁業センターにおいて人工授精により生産された 0+歳の個体である。これらの個体の飼育は, 水産庁東北区水産研究所内の飼育施設で行った。キャンバス製の水槽 (180×90×75 cm) に籠 (75×75×35 cm) を 2 器セットし, 籠内には波形のプラスチック板を入れ, この 1 籠を 1 実験区とした。飼育は流水下で行い, 松島湾から汲み上げ砂濾過し, 水温調節機により 18~20°C に保った海水を 270 L/h で流し, 3 時間で水槽内の海水が全て入れ替わるように設定した。光は照明器具を用いずに自然光とした。キタムラサキウニの日間摂餌率は体重の 10% を越えることはない<sup>10)</sup> ので, 餌は風乾したアラメ *Eisenia bicyclis*, ワカメ *Undaria pinnatifida*, ホソメコンブ *Laminaria religiosa* のいずれか

を, 湿重量で 1 個体につき 1 日あたり体重の 10% になるように与えた。

**標識装着が成長, 死亡に及ぼす影響** 標識装着が成長, 死亡に及ぼす影響は, ウニの体の大きさによって異なる可能性があると考えられることから, 殻径 13.2~36.4 mm の個体を殻径により, G~J の 4 階級の実験区に分け, それぞれについて標識区と標識を装着しない対照区を設定した (Table 1)。各実験区の飼育個体数は籠内の密度が過密にならないよう G, H 区は 20 個体, より小型の I, J 区は 50 個体とした。各実験区の個体は実験開始時に殻径, 体重の測定を行い, 63 日間飼育を行った。標識区の個体については, 標識挿入後 7 日ごとに携帯用サンプリング探知器により標識の有無を確認し, 標識を保有していた個体のみを継続飼育した。死亡個体の確認は, 標識区, 対照区ともに 7 日ごとに行った。実験終了時に, 全ての個体の殻径, 体重を測定した。この実験では飼育個体数が多く, 各個体をそれぞれ別の籠に収容して飼育しなかったため, 個体ごとの成長量は求められなかった。そこで標識装着が成長に及ぼす影響は, 実験開始前と実験終了時それぞれについて, 標識区と対照区の殻径を  $t$  検定により比較することで確認した。

**殻径別脱落率の経時変化** 標識脱落率の経時変化を殻径別に明らかにするために, 殻径 13.2~102.1 mm の個体を 10 階級の殻径に区別した実験区 A~J を設定した (実験区の中の G~J 区は, 「標識装着が成長, 死亡に及ぼす影響」と同じである。) (Table 1)。ステンレス製の Coded Wire Tag を挿入した後, 7 日間隔で標識の有無を携帯用サンプリング探知器を用いて確認した。飼育は 63 日間行った。それらの結果に基づき, 脱落率の経時変化を殻径の違いを考慮して解析した。

**標識後日数と積算脱落率の関係** 標識装着後日数と積算脱落率の関係を求めることにより, ある特定の放流後日数における積算脱落率を推定することが可能になる。そのためには標識個体数を多くし, 長期間脱落率を追跡することが必要である。そこで, 平均殻径 17.0 mm ( $\pm 1.9$  mm s.d.), 平均体重 2.15 g ( $\pm 0.75$  g s.d.) の 1000 個体のキタムラサキウニを用いて, 1996 年 12 月 3 日から 1997 年 6 月 9 日までの 189 日間, 積算脱落率を追跡した。これらの個体は 250 個体ずつ 4 籠に分けて飼育した。ステンレス製の Coded Wire Tag を挿入した後, 携帯用サンプリング探知器により 7 日ごとに脱落の

**Table 1.** A list of sea urchins used for tagging experiments

Block.	Test diameter (mm) Mean (S.D.)	Body weight (g) Mean (S.D.)	No. of specimens	Origin	Period of rearing
A	90.3(5.0)	291.56(56.95)	20	Wild*1	1997. 7.15~1997. 9.16
B	75.1(2.4)	175.96(23.12)	25	Wild	1997. 7.15~1997. 9.16
C	66.0(1.8)	116.25(12.73)	25	Wild	1997. 7.15~1997. 9.16
D	59.5(1.5)	90.32( 8.33)	30	Wild	1997. 7.15~1997. 9.16
E	53.1(1.8)	64.37( 8.16)	30	Wild	1997. 7.15~1997. 9.16
F	44.4(2.3)	39.66( 6.71)	30	Wild	1997. 7.15~1997. 9.16
G (tagged)	32.1(1.9)	14.91( 2.73)	20	Cultured*2	1996. 9.15~1996.11.17
(control)	31.8(1.4)	14.36( 2.27)	20	Cultured	1996. 9.15~1996.11.17
H (tagged)	23.1(1.8)	5.64( 1.34)	20	Cultured	1996. 9.15~1996.11.17
(control)	23.1(1.7)	5.64( 1.33)	20	Cultured	1996. 9.15~1996.11.17
I (tagged)	18.7(0.8)	2.89( 0.37)	50	Cultured	1997.10.13~1997.12.15
(control)	19.1(0.7)	2.99( 0.35)	50	Cultured	1997.10.13~1997.12.15
J (tagged)	15.2(0.9)	1.68( 0.27)	50	Cultured	1997.10.13~1997.12.15
(control)	15.1(0.8)	1.54( 0.25)	50	Cultured	1997.10.13~1997.12.15

\*1; collected from a rocky coastal area in Oya, Motoyoshi, Miyagi.

\*2; artificially produced in Fukushima Prefectural Aquaculture Fishery Center.

有無を確認し、標識を保持していた個体を継続飼育した。

**金製標識とステンレス製標識の脱落率の比較**  
Coded Wire Tag にはステンレス製と金製のものがある。そこで金製標識とステンレス製標識の脱落率を比較した。供試個体数は 320 個体で、平均殻径は 30.7 mm ( $\pm 2.6$  mm s.d.), 平均体重は 12.30 g ( $\pm 3.00$  g s.d.) であった。これを 1 籠あたり 20 個体ずつ収容し、金製標識区とステンレス製標識区をそれぞれ 8 籠ずつ設定した。金製の標識はステンレス製と同じ長さにした。これらの標識を挿入した個体を、1998 年 4 月 14 日から 1998 年 5 月 19 日までの 35 日間飼育した。実験終了後に、ステンレス製標識区の個体は携帯用サンプリング探知器で、金製標識区の個体は二次電圧 30 KVP、管電流 8.75 mA、撮影時間 8 分に設定した超軟 X 線撮影装置を用いてキタムラサキウニの肛門側から撮影し、標識の有無を確認した。

**体内における標識の保有部位** Coded Wire Tag の標識挿入部位は周咽頭腔であるが、長期間経過した場合に標識が体内を移動する可能性がある。そこで、長期間ステンレス製の Coded Wire Tag を保有していたキタムラサキウニの体内における標識の保有部位を確認した。観察には、「標識後日数と積算脱落率の関係」の項目で扱った個体を用いた。実

験終了時に携帯型サンプリング探知器により標識の保有が認められた個体を 10% ホルマリンで固定し、約半数にあたる 191 個体を無作為に抽出し、超軟 X 線撮影装置を用いて肛門側から撮影して、キタムラサキウニ体内における標識の位置を確認した。超軟 X 線撮影装置の設定は二次電圧 30 KVP、管電流 8.75 mA、撮影時間 8 分とした。さらに、超軟 X 線画像という 2 次元の画像から推定した保有部位の確かさを確認するために、無作為に抽出した 10 個体を解剖して、実体顕微鏡下で直接標識保有部位を確認した。

## 結 果

**標識装着が成長、死亡に及ぼす影響** G~J の標識区とその対照区とも飼育期間中に死亡した個体は認められなかった。

飼育実験開始時および終了時の殻径、体重を標識装着区と対照区で比較した結果を Fig. 1 に示す。実験開始時の平均殻径が 31.8 mm の G 区、23.1 mm の H 区では、実験開始時、実験終了時ともに標識区と対照区で殻径、体重に有意差は認められず、標識による成長阻害は見られなかった。しかし、I 区、J 区では実験開始時の標識区と対照区の平均殻径はそれぞれ I 区で 18.7 mm、19.1 mm、J 区で 15.2 mm、15.1 mm と標識装着時に既に差が認めら

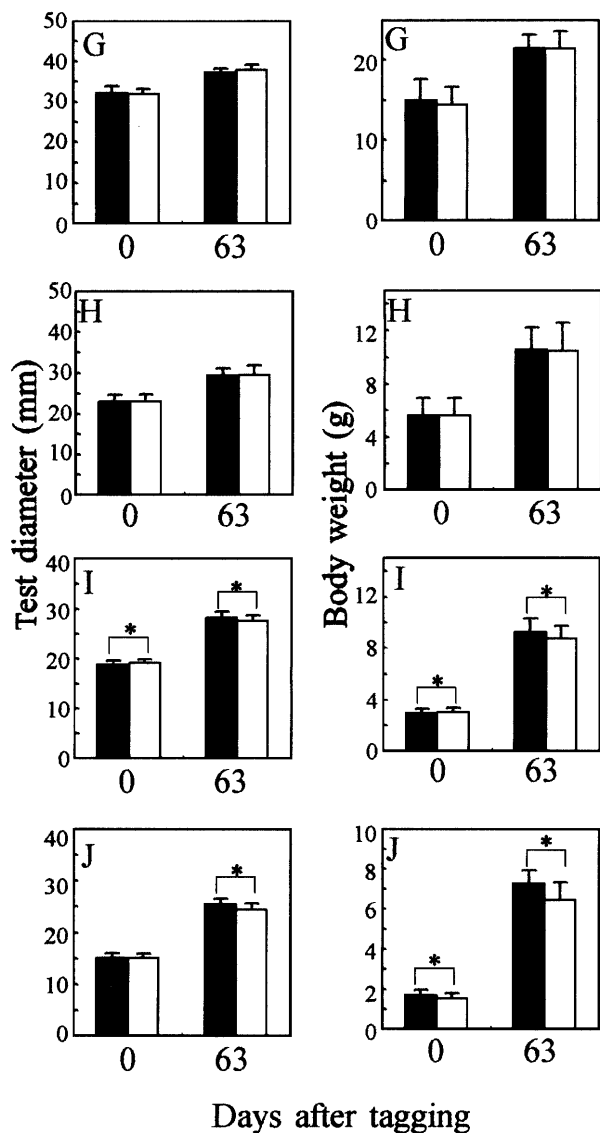


Fig. 1. Comparison of growth of the sea urchin *Strongylocentrotus nudus* between blocks of control (open bar) and tagged sea urchin (solid bar). Respective values are expressed by the mean  $\pm$  s.d. \*:  $t$ -test,  $p < 0.05$ .

れ、体重でも同様に差が認められた (Table 1, Fig. 1,  $t$ 検定,  $p < 0.05$ )。これらの実験区では実験終了時にも有意差が認められた (Fig. 1,  $t$ 検定,  $p < 0.05$ ) が、実験終了時の標識区と対照区の平均殻径の差は、I区では0.4 mm, G区では0.7 mmと標識区のほうが大きかった。また各実験区における実験開始時と終了時の平均殻径の差を成長量とすると、G区では標識区4.9 mm, 対照区5.9 mm, H区では標識区6.1 mm, 対照区6.4 mm, I区では標識区9.4 mm, 対照区8.3 mm, J区では標識区10.1

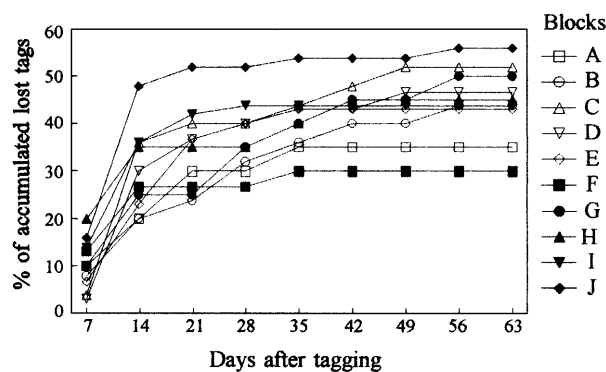


Fig. 2. Changes in % of accumulated lost tags of respective blocks different in test diameter range.

mm, 対照区9.2 mmとなり、その差は小さかった。これらの結果から、この標識の装着により成長は阻害されることはないと判断された。

**殻径別脱落率の経時変化** 標識時の殻径別に求めた積算脱落率は、いずれの実験区でも標識後14日目までは急激に上昇し、その後増加率は小さくなった (Fig. 2)。積算脱落率のばらつきは7日目には3%から20%とその範囲は約17%であったが、14日目には20~48%で、その範囲は28%と大きくなった。しかし、その後ほとんど変化せず実験終了時には30~56%で、その範囲は26%であった。

7日ごとに新たに標識が脱落した個体の割合を計算し、その平均と標準偏差の経時変化を求めると Fig. 3 のようになる。7日間あたり脱落率が最も高くなる期間は7日目~14日目であり、平均21.7%、標準偏差 $\pm 8.54$ であった。反復測定による分散分析によって、各期間の標識脱落率を比較したところ有意差が認められた ( $F = 18.43$ ,  $p < 0.05$ ) ので、Schefféの多重比較を行った結果、0~7日, 7~14日, 14日以降の、これら3つの期間の組み合わせの間にそれぞれ有意差が認められた ( $p < 0.05$ )。

各時期の7日間あたり脱落率のばらつきに標識時の殻径の影響が含まれているかどうかを明らかにするために、標識時のウニの殻径と7日間あたり脱落率の関係を経時的に示した (Fig. 4)。標識の有無を確認した日ごとに、7日間あたり脱落率の標識時の殻径に対する回帰式を求め、その回帰の有意性を統計的に検定すると次のようになった。0~7日間では、7日間あたり脱落率の標識時殻径に対する回帰は有意であった (ANOVA,  $F = 6.84$ ,  $p < 0.05$ )。しかし、7~14日目以降はその回帰は有意

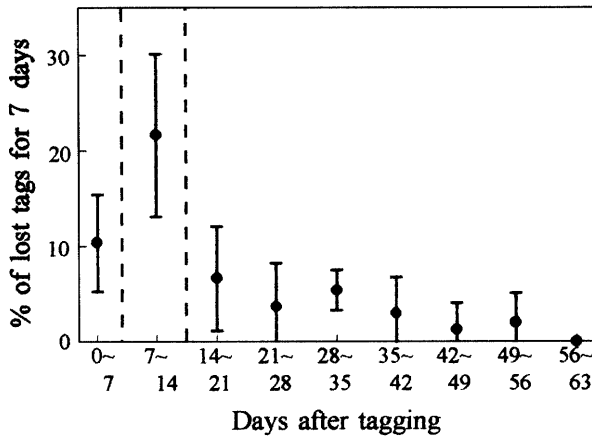


Fig. 3. Temporal changes of % of lost tags for 7 days, and their comparison between weeks. Respective values are expressed by the mean  $\pm$  s.d. Significant differences by Scheffé's multiple comparison ( $p < 0.05$ ) are shown by broken lines.

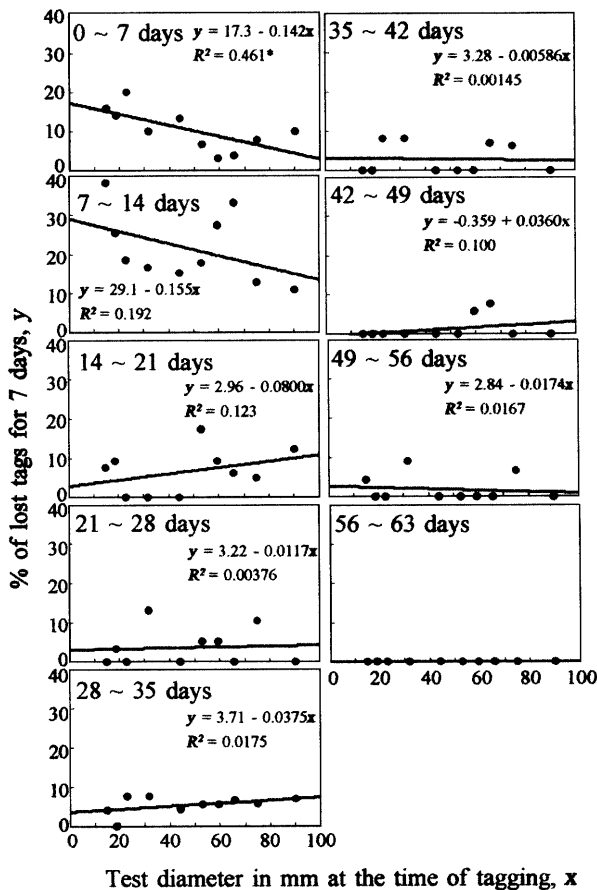


Fig. 4. Weekly change of relationships between the % of lost tags for 7 days of the sea urchin *Strongylocentrotus nudus* and the test diameter at the time of tagging. \*: ANOVA,  $p < 0.05$

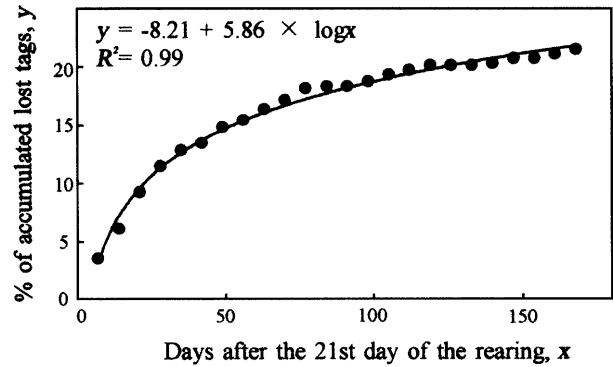


Fig. 5. Temporal changes of % of accumulated lost tags after 21st days of tagging.

でなくなった。つまり、標識後0~7日目では、7日間あたり脱落率は殻径が小さくなるにつれ大きくなるという関係が見られるが、それ以降はその関係は有意でなくなると言える。

**標識後日数と積算脱落率の関係** 7日間あたり脱落率は、標識後14~21日目以降に有意に小さくなった (Fig. 2)。さらに、標識装着時の殻径に対する7日間あたり脱落率の回帰関係は、標識後7~14日目以降に有意でなくなった (Fig. 3)。これらのことから、標識後21日目を基点として、その後の積算脱落率と21日目以降の日数との間の回帰式を求めれば、標識挿入後21日目以降の積算脱落率を高い精度で推定することが可能になる。そこで、標識の有無を189日間確認した4区画を含めた全ての測定結果を用いて、標識後21日目を0日、その時の積算脱落率を0%としたときの21日目以降の経過日数 ( $x$ ) と積算脱落率 ( $y$ ) の関係を求めると、次の回帰式が得られた (Fig. 5)。

$$y(\%) = -8.21 + 5.86 \times \log x$$

$$(R^2 = 0.99, \text{ANOVA}, F = 2633.8, p < 0.001)$$

**金製標識とステンレス製標識の脱落率の比較** ステンレス製の標識と金製の標識について、標識挿入後35日間の標識脱落率を比較した結果をTable 2に示す。実験期間中に死亡個体は認められず、ステンレス製、金製の標識の脱落率はそれぞれ41.9%、41.3%であり、両者の有意差は認められなかった ( $t$ 検定,  $p > 0.10$ )。

**体内における標識の保有部位** 超軟X線撮影装置により撮影した個体の4.8%は探知器により標識の装着が確認されたにも関わらず、標識の明瞭な像が得られず、標識の保有部位を特定することができ

**Table 2.** Comparison of % lost tags for 35 days between stainless steel and golden tags

Material	No. of blocks	Mean (S.D.)	Probability	
			t-test	Mann-Whitney
Stainless steel	8	41.9(12.5)	0.91	0.83
Gold	8	41.3( 9.5)		

**Table 3.** Relative abundance of the position of tag retention on 189 days after tagging

Position	No. of individuals (%)
Peripharyngeal cavity	53(27.7)
Between auricles	30(15.7)
Coelomic cavity	99(51.8)
Unfindable	9( 4.8)

なかった。しかし、撮影個体の51.8%は体腔内に標識が認められたのに対し、挿入部位である周咽頭腔内に標識が留まっていた個体は27.7%にすぎなかった (Table 3)。解剖により標識の存在位置を確かめた結果、標識はいずれも超軟 X 線撮影装置により認められた部位と同じ部位で発見できた。これらのことから、多くの標識が時間の経過とともに、挿入部位である周咽頭腔から体腔内に移動することが明らかになった。

### 考 察

対象生物の体表面に金属や合成樹脂の標識を取り付ける体外型標識<sup>1)</sup>は、ウニ類についても数多くの種類が試されてきたが、標識装着が成長阻害や死亡の原因となるため標識装置としては不相当であると考えられている。<sup>2)</sup> ウニ類への成長や死亡への影響が小さい標識方法としては、これまで殻表面をナイルブルー<sup>2)</sup>やブリリアンレッド<sup>3)</sup>で染色する方法、テトラサイクリンにより殻板に染色する方法、<sup>4)</sup> 体内型標識の PIT Tag<sup>5)</sup>を用いた例が報告されている。しかし、体表面を染色する方法では、ナイルブルーで7~10 ヶ月、ブリリアンレッドで1年間識別が可能であるが、その間に退色する個体が現れる。<sup>2,3)</sup> テトラサイクリンによる方法では退色が生じず、識別は常に可能である。<sup>4)</sup> 体腔内に挿入する PIT Tag は、殻径 25 mm 以上の個体では脱落が生じないことが報告されている。<sup>5)</sup> 本研究で用いた

Coded Wire Tag の63日間の脱落率は30~58%と大きかったが、これは標識挿入後14日間の脱落率が高いためであり、それ以降は7日間あたり脱落率は小さくなった。また、標識後7~14日目以降は7日間あたり脱落率に対する殻径の影響も見られなくなった。このことから、標識脱落率が低い値で安定し、脱落率に対する殻径の影響が見られなくなった後は、Coded Wire Tag はウニ類にとって有効な標識であると考えられる。

標識放流を実施した場合、標識時から再捕時点までの標識脱落率を推定できれば資源の定量的把握のために有効である。脱色、脱落が生じないとされているテトラサイクリン<sup>4)</sup>や PIT Tag<sup>5)</sup>では問題がないが、殻表面を染色する方法<sup>2,3)</sup>や Coded Wire Tag では脱色や脱落が生じるため調査時点までの脱落率を推定する必要がある。殻表面を染色する方法では脱落率の経時変化はあらかじめ明らかになっていないため、<sup>3,4)</sup> 野外調査に用いる場合には調査の度に標識時から再捕時点までの脱落率を確認しなければならないが、その方法は確立されていない。本研究の方法により Coded Wire Tag を用いる場合、標識後21日間の標識脱落率が実測できれば、積算脱落率と標識後21日目以降の経過日数の関係を用いて、その後から任意の再捕時点までの脱落率の推定は可能となり、実用的な標識方法となりうる。

ウニ類の移動、分散の推定、個体数推定、種苗の放流効果や資源量の推定などを目的とした標識放流の条件として、標識群あるいは個体の識別が可能で、動物の体サイズによる制約が小さく、大量処理が可能であり、検出が容易であることが求められる。テトラサイクリンによる標識は、個体や標識群の識別は難しく、さらに手間がかかる。<sup>1,4)</sup> PIT Tag は個体識別はできるが、標識が大きいため、殻径 25 mm より小型の個体には装着できないという欠点をもつ。<sup>5)</sup> それに対して、Coded Wire Tag は殻径 15 mm の個体にも装着でき、体サイズによる制限は小さく、標識表面の2進法のコードにより、標識群の識別が可能で、検出も携帯型サンプリング探知器や超軟 X 線撮影装置を用いて容易に行える。このように、ウニ類に対する Coded Wire Tag の適用は、従来の方法と比べてかなりすぐれた方法であると考えられる。

しかし、早乙女<sup>1)</sup>は Coded Wire Tag のような体内型標識を用いて野外調査を行った場合、標識個体が市場に流通して食品衛生上の問題を生じるおそれ

があり、公的には利用の是非が示されていないと述べている。本研究でもキタムラサキウニがステンレス製の Coded Wire Tag を長期間体内に保有した場合に高い割合で体腔内に移動することが示され、可食部に混入する可能性が確認されている。食品にも利用されている金を材質とした Coded Wire Tag についても標識脱落率はステンレス製と変わらない (Table 2) が、可食部に混入する可能性は否定できず、食品衛生上の安全性については明らかでない。そのため、現状では漁獲対象生物でないウニ類や1年を通じて禁漁区となっているような実験海域に限定した利用を検討せざるを得ない。そして、漁獲対象となっているウニ類について利用するためには、今後この標識が可食部に混入した時の食品衛生上の安全性を確かめる必要がある。

### 謝 辞

健全なキタムラサキウニ種苗を提供して下さった福島県栽培漁業センターの各位に心から感謝申し上げます。天然のキタムラサキウニを提供して下さった宮城県本吉町大谷漁協の各位に深くお礼を申し上げます。日常の飼育管理をして下さった東北区水産研究所の猪俣桂子氏に感謝を申し上げます。本報告

のご校閲を賜り、丁寧なご指摘、ご助言を頂いた匿名の校閲者の方々に心からお礼申し上げます。

### 文 献

- 1) 早乙女浩一. 標識技術の現状. 「月刊海洋 種苗放流をめぐる諸問題」(桜井識人, 桜井辞人編) 海洋出版株式会社, 東京, 1996; 610-616.
- 2) 川村一広, 林 忠彦. エゾバフンウニの標識法について. 北水試月報 1964; **21**: 2-8.
- 3) 田嶋健一郎. プリリアンレッドによるエゾバフンウニの標識法. 北水試月報 1982; **39**: 81-87.
- 4) 瀧 襄. テトラサイクリンによるエゾバフンウニ殻板の標識方法. 北水試研報 1971; **13**: 19-29.
- 5) Hagen NT. Tagging sea urchins: a new technique for individual identification. *Aquaculture* 1996; **136**: 271-284.
- 6) Jefferts KB, Bergman PK, Fiscus HF. A coded wire identification system for micro-organisms. *Nature* 1963; **198**: 460-462.
- 7) Johnson JK. Regional overview of coded wire tagging of anadromous salmon and steelhead in northwest America. *American Fisheries Society Symposium* 1990; **7**: 782-816.
- 8) Ariyama H, Uratani F, Ohyama H, Sano M. Survival, growth, and tag retention of the Kuruma Prawn *Penaeus japonicus* and the Greasy Back Prawn *Metapenaeus ensis* injected with gold bit tag. *Fisheries Sci.* 1994; **60**: 785-786.
- 9) 岡本一利. Coded Wire Tag で標識されたガザミ種苗の生残, 成長と標識残存率. 日水誌 1999; **65**: 703-708.
- 10) 吾妻行雄, 中多章文, 松山恵二. キタムラサキウニのホソメコンブに対する摂餌と同化. 北水試研報 1993; **40**: 21-29.