

## レーザーマーカを用いた二枚貝刻印標識法の開発

所 高利

Method for marking hard clam with laser-maker

Takatoshi TOKORO

Key word : laser-marker, marking, hard clam

### 目 的

全国の沿岸・河川・湖沼域では、二枚貝の生態研究や資源増大を目的として、古くから天然発生貝の移植放流が行われてきた(田村 1956)。これら放流貝を追跡して放流効果や生態解明に活用していくためには、放流貝と天然発生貝との識別はもとより、多回放流時の放流群毎での判別が行えるようにしておく必要がある。

これまで本県で採用された二枚貝の標識手法として、ダイモテープ、アリザリン・レッドS、ラッカースプレー、ALC(アリザリン・コンプレクソン)、小型グラインダーによる刻印標識がある(茨城県 1981, 安川ら 1988, 鈴木ら 1999, 小曾戸ら 2000)。しかし、これらの標識手法については、作業効率、コストおよび長期的な標識有効性の面でそれぞれ課題が残されている。

そこで本研究では、多回もしくは大量放流に対応可能で、かつ作業効率に優れた二枚貝の標識手法を開発することを目的として、レーザーマーカのレーザー出力、印字設定等の好適条件を明らかにするとともに、現在行われている小型グラインダーによる刻印標識法との作業効率についても比較検討した。

### 方 法

レーザーマーカとは、工業製品の製造現場において電子・金属部品への効率的な印字方法として実用化されている機器である。本研究で使用したレーザーマーカは、(株)キーエンス社のCO<sub>2</sub>レーザーマーカML-G9310(図1)である。このレーザーマーカの基本性能は表1に示した。このレーザーマーカの具体的な動作特性は、発振器内で電気エネルギーにより励起されたレーザー光を反射ミラー・fθレンズによ

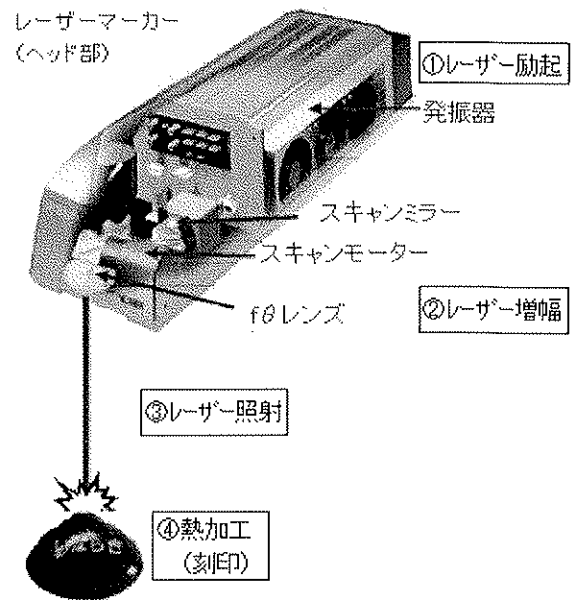


図1 CO<sub>2</sub>レーザーマーカML-G9310とレーザー照射イメージ

表1 レザーマーカの基本性能

製品名	CO <sub>2</sub> レーザーマーカ ML-G9310
販売元	(株)キーエンス
印字サイズ	0.5~110.0mm角 (文字高、幅、太さ調整可)
レーザー出力	最高30W(出力調整可)
印字文字	漢字・かな・カタカナ・英字 ・数字・記号・ロゴ・JPEG

り集光させ、目的とする基質を増幅したレーザー光により熱加工することである。本研究ではレーザーマーカを用いて以下の3試験を行った。供試した二枚貝は、鹿島灘北端部にあたる大洗サンビーチで採集した

殻長 10~30mm の鹿島灘はまぐり (標準和名: チョウセンハマグリ) である。

(1) 印字設定別での刻印状況の比較

二枚貝の貝殻表面に刻印される文字が明瞭に読み取れるようにするため、レーザーマーカの出力量および文字太さ設定別での刻印状況の比較試験を行った。レーザーマーカのレーザー出力は 25, 50, 75, 100% の 4 段階に、刻印される文字太さは 0.01, 0.10, 0.20, 0.30, 0.40, 0.50mm の 6 段階、レーザー照射回数は 3 回に設定した。レーザー照射後に、設定別での刻印状況を目視により①刻印なし (貝殻への掘削が全く認められない) ②不明瞭 A (貝殻への掘削が不十分、文字切れしている) ③不明瞭 B (掘削面積が広く文字がつぶれた状態) ④明瞭 (はっきりと文字を認識できる) の 4 段階に評価した (図 2)。

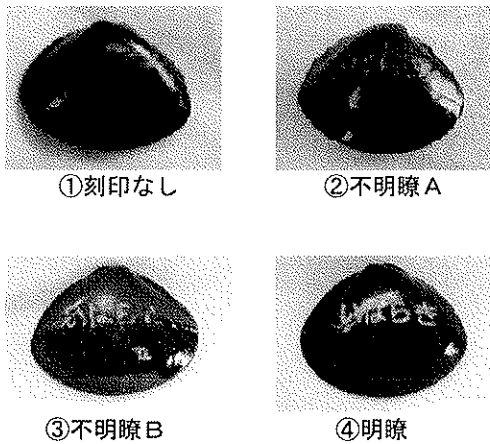


図 2 設定別における刻印状況の 4 段階評価 (「いばらき」の文字を刻印した場合)

(2) レーザー照射回数による刻印状況の比較

二枚貝の貝殻表面へ安定的に刻印標識を施すため、レーザー照射回数別での刻印状況を比較した。レーザーマーカの各設定は、レーザー出力 100% および文字太さ 0.30mm とし、レーザー照射回数は 1 回、3 回および 5 回に設定した。レーザー照射後に二枚貝の刻印部分を横断するように小型グラインダーで切断し、切

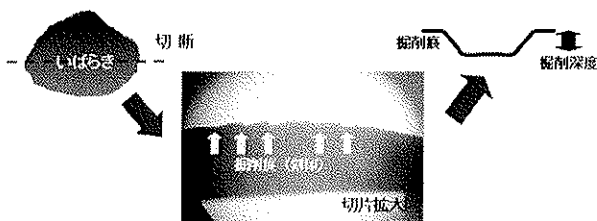


図 3 貝殻表面における掘削深度の測定方法

断面上にできた掘削痕の深さ (以下掘削深度) を実体顕微鏡の接眼マイクロメーターを用いて各照射回数とも二枚貝 20 個体の計 60 箇所計測した (図 3)。レーザー照射回数別での刻印状況を相対的に評価するため、多重比較検定 (Tukey-Kramer 法, 危険率 5%) を行った。

(3) レーザーマーカと手作業での作業効率の比較

レーザーマーカと小型グラインダー (図 4) を用いた手作業による標識作業の作業効率を比較した。レーザーマーカにはオペレーター 1 人を配置し、レーザー出力 100%, 文字太さ 0.30mm, レーザー照射回数 3 回の印字設定とした。小型グラインダーを用いた手作業では、水産試験場職員 5 名 (A~E) が標識作業を行った。レーザーマーカ、手作業とも貝殻中央部に「三」、貝殻縁辺部に「V」の文字を刻印する刻印設定 (図 5) とし、1 時間当たりで作成された標識貝の個数を比較した。

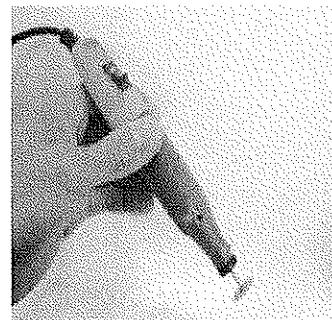


図 4 小型グラインダー

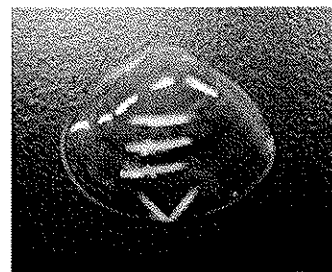


図 5 作業効率比較時の刻印設定 (中央部に「三」、縁辺部に「V」)

結果

(1) 印字設定別での刻印状況の比較試験

レーザーマーカの出力量および文字太さ設定別での刻印状況を図 6 に示した。

(i) レーザー出力 25%

文字太さ 0.01~0.50mm の全設定において、貝殻表面に文字が刻印されなかった。

(ii) レーザー出力 50% および出力 75%

文字太さ 0.01~0.40mm の各設定では、文字切れなどにより、刻印された文字を明瞭に判読することができなかった（不明瞭A）。また、文字太さ 0.50mm 設定では、文字がつぶれた状態となり、刻印された文字を判読することができなかった（不明瞭B）。

(iii) レーザー出力 100%

文字太さ 0.01~0.20mm の各設定では、文字切れなどにより、刻印された文字を明瞭に判読することができなかった（不明瞭A）。文字太さ 0.30mm および 0.40mm の各設定では、明瞭に文字を判読することが可能であった。また、文字太さ 0.50mm 設定では、文字がつぶれた状態となり、刻印された文字を判読することができなかった（不明瞭B）。

文字太さ(mm) 出力(%)	0.01	0.10	0.20	0.30	0.40	0.50
25	×	×	×	×	×	×
50	△	△	△	△	△	▲
75	△	△	△	△	△	▲
100	△	△	△	◎	◎	▲

凡例 ◎:明瞭 △:不明瞭A(刻印不足)  
▲:不明瞭B(文字つぶれ) ×:刻印なし

図6 レーザーマーカ設定別による刻印状況の比較

(2) レーザー照射回数による刻印状況の比較

レーザー照射回数別での掘削深度の度数分布を図7に示した。

(i) レーザー照射 1回

掘削深度 0.20mm の階級の度数が最頻値となり、度数分布全体の 33% を占めた。また、掘削深度 0.10mm および 0.20mm の階級の度数は、度数分布全体の 38% を占めた。

(ii) レーザー照射 3回

掘削深度 0.20mm の階級の度数が最頻値となり、度数分布全体の 70% を占めた。また、掘削深度 0.10mm の階級での度数はなく、掘削深度 0.15mm の階級の度数は度数分布全体の 8% であった。

(iii) レーザー照射 5回

掘削深度 0.20mm の階級の度数が最頻値となり、度数分布全体の 67% を占めた。また、掘削深度 0.10mm の階級での度数はなく、掘削深度 0.15mm の階級での度数は度数分布全体の 8% であった。

レーザー照射回数別での掘削深度の度数分布を用いて多重比較検定を行った結果、レーザー照射 1回と 3回およびレーザー照射 1回と 5回では刻印状況に有意な差が認められたが、レーザー照射 3回と 5回では刻印状況に有意な差は認められなかった。

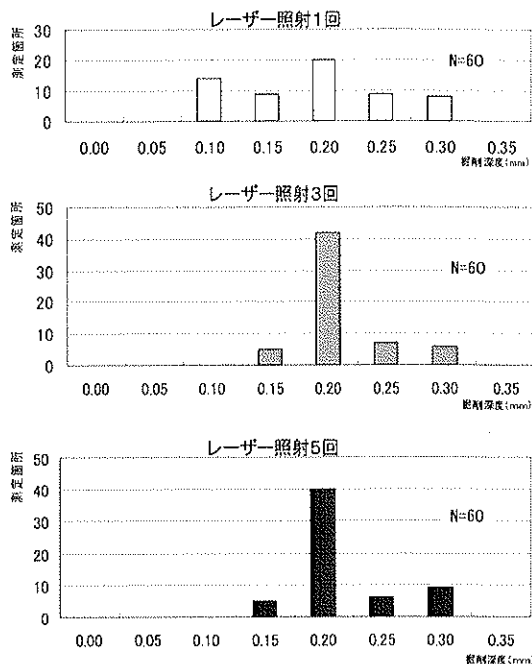


図7 レーザーマーカ照射回数別での掘削深度の度数分布

(3) レーザーマーカと手作業での作業効率の比較  
レーザーマーカと手作業における1時間当たりの二枚員の標識個数を図8に示した。レーザーマーカでは1時間当たり1,200個の標識員が作成されたのに対し、手作業では1時間当たり62~352個の標識員が作成された。レーザーマーカでは経時的に作業速度が低下することがなかった。手作業では、最も多くの標識員を作成した職員C(352個)でもレーザーマーカで作成した標識個数の1/3以下であり、また手

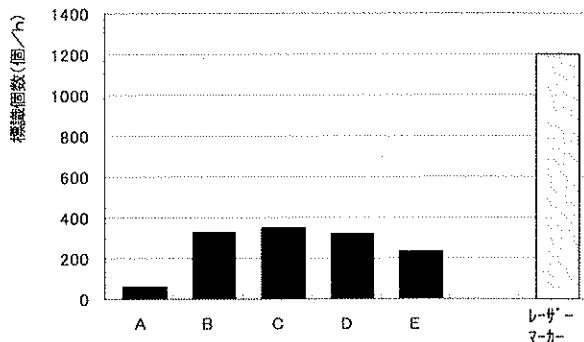


図8 レーザーマーカおよび手作業(職員A~E)による1時間当たり標識個数の比較

作業を行った職員間での標識個数には、最大約5倍（職員A：62個，職員C：352個）の差がみられた。

### 考 察

レーザーマーカ用の印字設定別での刻印状況の比較から、レーザー出力25%では貝殻表面が全く掘削されないため、二枚貝の貝殻表面に刻印を施すためのレーザー出力が不足しているものと考えられた。またレーザー出力50%・75%・100%のうち、文字太さ0.01～0.20mm設定では刻印される文字が細すぎるため途中で文字切れてしまうことが多くみられ、0.50mm設定では刻印される文字が太すぎるため、文字がつぶれてしまうことが多かった。よって、レーザーマーカの印字設定条件としては、レーザー出力設定を100%とし、文字太さ設定を0.30mmもしくは0.40mmとすることが適していると考えられた。

レーザー照射回数設定による比較試験の結果から、レーザー照射1回では、掘削状況が不安定であり、比較的浅い掘削痕（0.10～0.15mm）が多くみられたが、レーザー照射3回および5回では、9割以上の掘削痕の深度が0.20mm以上となり、浅い掘削痕が減少した。よって、レーザー照射回数を3回以上に増やすことで、より安定した刻印標識が作成されることが推察された。また、レーザー照射回数3回および5回では、刻印状況に有意差が認められないことから、3回を超えるレーザー照射回数を設定しても刻印状況は大きく変わらないことが推察された。よって、レーザー照射回数は、安定した刻印標識の作成と作業効率の面から、照射回数3回に設定することが最も適していると考えられた。

作業効率面では、手作業での標識作業は作業員の作業習熟度などにより、作業員間で作成される標識貝の個数に大きな差がみられたが、レーザーマーカを用いた刻印標識では標識貝をほぼ一定のペースで大量に作成することが可能であった。また、レーザーマーカ1台につきオペレーター1人で標識作業が行えるため、人的な省力化にも繋がることが考えられた。

これまで採用されてきた小型グラインダーでの刻印標識作業では、貝殻に刻印できる模様が直線的なものに限られたのに対し、レーザーマーカでは文字・数字・記号など多種多様な刻印がパソコン端末を用いて作成することが可能であった（図9）。よって、放流群別（地先、年級など）の放流情報だけでなく、これまで困難であった二枚貝の個体識別可能な大量標識放流も可能になると考えられた。

本研究では、鹿島灘砂浜域の代表的な二枚貝である

鹿島灘はまぐりを供試したが、炭酸カルシウムを主成分とする他の二枚貝や巻貝の貝殻でもレーザーマーカを用いた標識手法の実用化が今後期待される。

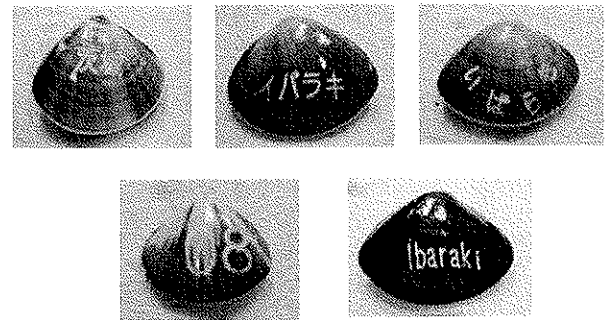


図9 レーザーマーカによる刻印標識例

### 要 約

- (1) 本研究では、多回もしくは大量放流に対応可能で、かつ作業効率に優れた二枚貝の標識手法を開発することを目的として、レーザーマーカの出力、印字設定等の好適条件を明らかにするとともに、小型グラインダーによる刻印標識法との作業効率について比較検討した。
- (2) 各試験には鹿島灘砂浜域の代表的な二枚貝である鹿島灘はまぐりを用いた。
- (3) 明瞭な刻印標識が作成されたレーザーマーカの印字設定は、レーザー出力100%、文字太さ0.30および0.40mmであった。
- (4) レーザー照射回数設定は、照射回数1回では刻印状況が不安定であったが、レーザー照射3回以上に設定することで安定した刻印標識が得られた。
- (5) 1時間当たりの刻印標識貝の作成個数は、手作業では作業員1人当たり62～352個であったのに対し、レーザーマーカ1台では1,200個であった。
- (6) 手作業での刻印標識作業では直線的な模様に限られたのに対し、レーザーマーカでは文字・数字・記号など多種多様な刻印が可能であった。

### 文 献

- 田村正 (1956) 貝類の増殖. 水産増殖学, 315-380. 紀元社出版. 東京.
- 茨城県 (1981) 昭和55年度保護水面管理事業調査報告書. 37-38.
- 安川隆宏・小沼洋二 (1988) 鹿島灘北部海域総合開発事業調査. 昭和62年度茨城県水産試験場事業報告書, 5-6.

鈴木正伸・山口安男・山崎幸夫・小曾戸誠・磯崎信也  
(1999) 二枚貝資源添加技術試験. 平成 10 年度茨  
城県水産試験場事業報告書, 34-36.

小曾戸誠・山口安男・山崎幸夫・星野尚重・磯崎信也  
(2000) 資源添加技術開発資源. 平成 11 年度茨城  
県水産試験場事業報告書, 11-19.