水産研究・教育機構 機関リポジトリ
FRA Japan Fisheries Research and Education Agency Institutional Repository

タイマイ仔ガメの給餌条件

メタデータ	言語: Japanese 出版者: 公開日: 2024-08-06 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 小林, 真人 メールアドレス: 所属:
URL	https://fra.repo.nii.ac.jp/records/2010549

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License.

資　料

タイマイ仔ガメの給餌条件

小林真人*

Feeding Conditions for the Hatchery-Reared Juvenile Hawksbill Turtle *Eretmochelys imbricata* in Captivity

Masato KOBAYASHI *

In order to develop a rearing technique for juvenile hawksbill turtles, five experiments were conducted from 2006 to 2010 to optimize feeding conditions for hatchery-reared juvenile hawksbill turtles. The key results were 1) adding more than 5% of binder to their mince which is used as an initial feed adversely affects the growth of the juveniles, 2) the mince consisting of three raw materials (Japanese anchovy, venus clam and akiami paste shrimp) enhances the growth of juveniles more than diets consisting of each raw material, 3) antarctic krill have a low nutritive value for juveniles, 4) the growth rate of juveniles decreases when the frequency of feeding per day is low, 5) commercial pellets for fish have a high nutritive value for juveniles.

2012年10月31日受付，2013年5月22日受理

タイマイ *Eretmochelys imbricata* は，熱帯から亜熱帯の珊瑚礁海域に生息するウミガメの1種である[1]。日本では伊豆半島以南の太平洋側に分布し，産卵場は南西諸島が北限にあたる[2]。タイマイは食用や工芸品の原料として古くから世界各地で利用されてきた。しかし，そのことが結果として乱獲を招いて生息数は減少し[3]，2001年に国際自然保護連合（International Union for Conservation of Nature and Natural Resources）のレッドリスト（The IUCN Red List of Threatened Species）において，深刻な危機にあるとされている（CR A2bd）（http://www.iucnredlist.org/details/8005/0）。減少したタイマイの個体数を回復させる方法の一つは，親ガメや卵の採捕を禁止する保護対策である。日本においても地方自治体の漁業調整規則等により親ガメや卵の採捕が厳しく規制されている。一方，より積極的に資源を回復させる方法は，仔ガメの放流による増殖推進である[4-7]。

1999年から社団法人日本栽培漁業協会八重山事業場（現独立行政法人水産総合研究センター西海区水産研究所亜熱帯研究センター，以下，当研究所と記す）は，仔ガメの放流によるタイマイの資源回復を目指し，タイマイの増殖技術の開発を開始した[5]。これまでに採卵技術と仔ガメの飼育技術の開発および仔ガメの放流調査を実施し，採卵技術や放流調査については一定の成果が得られた[5,8-10]。一方，ウミガメ類の飼育条件（水温，飼育密度，餌料等）に関する報告はいくつかあるものの[10-17]，その中で本種の飼育条件に関する報告はほとんどない[10]。また，同じ飼育条件であっても種によって成長が異なる事例が報告されており[16]，タイマイ以外の種の飼育データをそのまま利用することはできない。ウミガメ類の飼育において個体間の噛み合いが大きな問題であり[18]，成長差が噛み合いの一因になる場合があることから，その防止対策が必要である。そこで，当研究所ではタイマイ仔ガメの飼育技術を開発するため，養成した親ガメが産卵した卵からふ化した仔ガメを使用して，

* 独立行政法人水産総合研究センター　西海区水産研究所　亜熱帯研究センター
〒907-0451　沖縄県石垣市桴海大田148
Research Center for Subtropical Fisheries, Seikai National Fisheries Research Institute, FRA 148 Fukaiohta, Ishigaki, Okinawa, 907-0451 Japan
masakoba@affrc.go.jp

いくつかの飼育条件に関する試験を実施してきた。2010年に当研究所におけるタイマイの増殖技術の開発が終了したことから，これまでに得られたタイマイ仔ガメの給餌条件に関する試験データを取りまとめ，タイマイ仔ガメの飼育に関する貴重な資料として，ここに報告するものである。本資料が，タイマイを含むウミガメ類の飼育技術の発展に寄与できれば幸いである。

材料と方法

試験区

試験 -1. 展着剤を用いたミンチの分散防止とアキアミの餌料価値　タイマイ仔ガメの初期餌料は，3種類の生餌を原料としたミンチ（詳細は後述を参照）である。仔ガメは，水槽底面に落ちたミンチを摂餌するために前鰭を激しく動かして潜水することから，給餌した一塊（約5mm角）のミンチが小さな粒子状になって分散する。仔ガメは小さな粒子状になったミンチを摂餌できないことから，必要な摂餌量を確保するため，給餌量を増やさざるを得なくなり，無駄な給餌をすることになる。そこで，給餌したミンチの分散を防止し，仔ガメに効率よく摂餌させるため，展着剤を使用することを考え，その添加量が仔ガメの成長と生残に及ぼす影響を調べた。また，ミンチの代替えとして，ミンチの原料の一つであり，丸のまま与えることができ，調餌の手間もかからない冷凍したアキアミ *Acetes japonicus* をその候補として選択し，タイマイ仔ガメに対する餌料価値を調べた。

試験区は，ミンチの重量に対して外割で展着剤（株式会社ヒガシマル）を2.5%添加する2.5%区，5%添加する5%区，10%添加する10%区，展着剤を添加しない0%区およびアキアミを給餌するアミ区の合計5試験区を設定し，各試験区とも試験水槽は1基のみとした。

試験 -2. ミンチの原料の餌料価値　試験 -1 の結果から，アキアミ単独ではタイマイ仔ガメに対して餌料価値が低いことが示唆された。タイマイ仔ガメに対して餌料価値の低い餌料をミンチの原料に使用することによって，ミンチ全体の餌料価値が低下し，仔ガメの成長に影響を与えている可能性が考えられた。そこで，ミンチの原料として使用するカタクチイワシ *Engraulis japonica*，アケガイ *Paphia vernicosa* およびアキアミについて，タイマイ仔ガメに対する餌料価値を調べた。

試験区はカタクチイワシのミンチを単独で給餌するイワシ区，アケガイのミンチを単独で給餌するアケガイ区，アキアミのミンチを単独で給餌するアミ区および3種のミンチを等量ずつ混合したものを与える混合区の合計4試験区を設定し，各試験区とも試験水槽は1基のみとした。

試験 -3. 給餌回数が仔ガメの成長に及ぼす影響　仔ガメの摂餌行動を観察した結果，1頭が1粒（約5mm角の大きさ）のミンチの塊を食べようと餌に近づくと，複数の個体がそれに追随して同じミンチの塊を摂餌しようとする様子が観察された。また，近くに別のミンチの塊があっても，他の個体が摂餌しようとしているものに執着し，結果として摂餌機会を損なっている個体がしばしば観察された。当研究所におけるタイマイ仔ガメの1回あたりの給餌量は，飽食量ではなく，給餌率によって上限が決められていることから，このような摂餌機会の不均衡が生じると個体ごとの摂餌量に不均衡が生じ，結果として個体間で成長差が生じている可能性が考えられた。また，個体間の成長差は，噛み合いの原因の一つになる。そこで，1日あたりの給餌量は一定にし，1日あたりの給餌回数が仔ガメの成長に及ぼす影響を調べた。

試験区は1日分の給餌量を1日1回（9時）で給餌する1回区，1日2回（9時，15時）に分けて給餌する2回区および1日3回（9時，13時，15時）に分けて給餌する3回区の合計3試験区を設け，各試験区とも試験水槽は1基のみとした。

試験 -4. オキアミの餌料価値　ふ化直後のタイマイの直甲長は約4cm，初期餌料はミンチを与え，直甲長20cm程度まで成長すると，餌料をモイストペレット（以下，モイストと記す）に切り替える。モイストは硬く造粒していることから，摂餌の際にミンチのように一粒が小さな粒子状に分散することは少ない。しかし，タイマイは餌料を飲み込む前に何回か咀嚼するため，モイストに含まれる魚粉等が溶出し，飼育水を濁らせる。そこで，飼育水を汚染しにくい餌料として，オキアミ *Euphausia superba* を代替え餌料として使用することを考え，タイマイ仔ガメに対するオキアミの餌料価値を調べた。試験区はオキアミを給餌するオキアミ区，自家製のモイストを給餌するモイスト区の合計2試験区を設け，各試験区とも試験水槽は1基のみとした。

試験 -5. 魚類用配合飼料の餌料価値　市販の陸ガメ用配合飼料や魚類用配合飼料でウミガメが成長することは知られている[13, 15, 16, 19]。STICKNEY *et al.* [16]は，魚と配合飼料を与えた成長の比較試験を行い，アカウミガメ *Caretta caretta* では魚の方が成長は良かったが，アオウミガメ *Chelonia mydas* では成長に差がないことを報告している。このことは種によって配合飼料の餌料価値が異なることを示唆している。タイマイを魚類用配合飼料で飼育した事例は報告されているが[19]，生餌やモイストとの成長や生残を比較した事例は報告されていない。そこで，タイマイ仔ガメに対する魚類用配合飼料の餌料価値について調べた。試験区は魚類用配合飼料（マダイソフトドライ5.5，坂本飼料株式会社）を給餌する配合区，自家製のモイストを給餌するモイスト区の合計2試験区を設け，各試験区とも試験水槽は1基とした。

飼育方法

試験 -1. 展着剤を用いたミンチの分散防止とアキアミの餌料価値　主な飼育条件を表 1 に示した。試験水槽にはプラスチック製タライ（図 1，直径 48 × 18cm，リス株式会社）を使用し，水槽側面下部に排水口を 1 カ所設けた。水深は成長に応じて 5 ～ 10cm の範囲で調整した。アキアミ区以外の試験区の餌料は，カタクチイワシ，アキアミ，アケガイをフードプロセッサーでミンチにして等量ずつ混合し，これに栄養補助のため総合ビタミン剤（ヘルシーミックス -2，大日本住友製薬株式会社）とカルシウム剤（ナグラシ 0 号，コーラルインターナショナル株式会社）を，餌料の重量に対して外割で 2.5% ずつ添加したものを使用した（以下，配合飼料を除くすべての餌料には総合ビタミン剤とカルシウム剤を 2.5% ずつ添加している）。1 日あたりの給餌量は，2004 年の当研究所の飼育方法に準じ，供試個体の体重の 16%（以下，供試個体の体重に対する給餌量の割合を給餌率と記す）とし，その後は体重の測定日ごとに再調整した。アキアミ区の餌料は冷凍アキアミを前日に冷蔵庫で自然解凍したものを使用し，総合ビタミン剤とカルシウム剤の溶出防止とアキアミを数個体ずつ塊にするため，展着剤を外割で 5% 添加した。当研究所ではアキアミの給餌基準がなかったことから，当研究所でウミガメ類の飼育を開始したときに水族館から教わった「給餌後 15 分間で食べ残さない量」を基準にして試験を開始し，その後は体重の測定日ごとに再調整した。各試験区の 1 週間あたりの給餌は月曜日から土曜日までの 6 日間とし，1 日分の給餌量を 3 回（9 時，13 時，16 時）に分けて与えた。給餌前と給餌後に底掃除を行い，糞や残餌を除去した。飼育水温は，デジタル水温計（SK-L200T Ⅱ，株式会社佐藤計量器製作所）で 1 日 1 回測定した（以下，すべての試験で同様の方法で水温を測定）。供試個体の直甲長はノギス（CD-20PM，株式会社ミツトヨ）を用いて 0.1mm 単位まで，体重は電子ばかり（HL-300WP-K，株式会社エー・アンド・デイ）を用いて 1g 単位まで，それぞれ毎週 1 回測定した。

試験 -2. ミンチの原料の餌料価値　主な飼育条件を表 2 に示した。試験水槽には 200L 角形 FRP 製水槽（KF-210S，アース株式会社）を使用し，水深は成長に応じて 7 ～ 20cm の範囲で調整した。イワシ区，アケガイ区およびアミ区の餌料は，それぞれカタクチイワシ，アケガイおよびアキアミのミンチを使用した。混合区の餌料は，前述した試験 -1 の 0% 区の餌料と同様の方法で製造したミンチを使用した。いずれのミンチにも展着剤は使用しなかった（以下，いずれの試験も同様）。本試験の給餌率は「給餌後 15 分間で食べ残さない量」を基準にして摂餌量の再調査を行い，1 日あたりの給餌率を 20% に修正した。その他の飼育方法や供試個体の測定方法は，「展着剤を用いたミンチの分散防止とアキアミ

表 1. 展着剤を用いたミンチの分散防止とアキアミの餌料価値に関する主な飼育条件

試験区	水槽	飼育水	水温	注水量 (L/分)	餌料	給餌率 (%)	給餌 日数 (日/週)	給餌 回数 (回/日)
0%区	プラスチック製タライ 1基/区	砂ろ過海水	自然条件	1	ミンチ	16	6	3
2.5%区				1	ミンチ	16	6	3
5%区				1	ミンチ	16	6	3
10%区				1	ミンチ	16	6	3
アミ区				1	冷凍アキアミ	※	6	3

※：給餌後 15 分で食べ残さない量

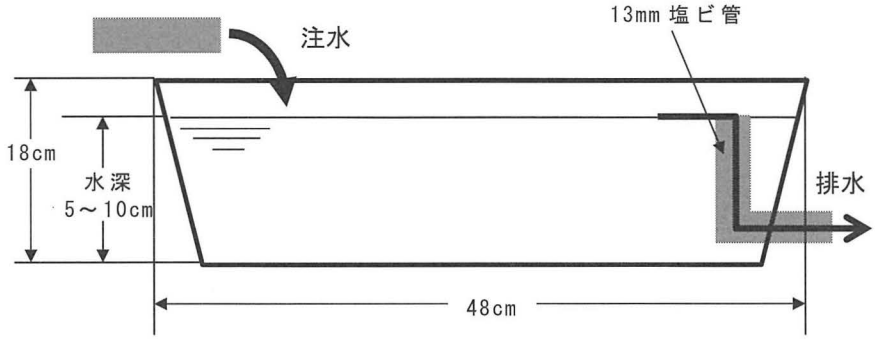

図 1. 試験水槽に使用したプラスチック製タライの概略図

の餌料価値」に準じた。

試験 -3. 給餌回数が仔ガメの成長に及ぼす影響　主な飼育条件を表 3 に示した。飼育方法は前述した「ミンチの原料の餌料価値」に準じ，餌料は同試験の混合区と同じミンチを使用した。なお，給餌前の底掃除は毎回行ったが，給餌後の底掃除は 16 時にのみ行った。

試験 -4. オキアミの餌料価値　主な飼育条件を表 4 に示した。試験水槽には 2kL 角形 FRP 製水槽（KMF-2000S，アース株式会社）を使用し，水深は 50cm（実水量 1.6kL）とした。オキアミ区の餌料は，冷凍オキアミを前日に冷蔵庫で自然解凍したものを使用した。モイスト区の餌料は，カタクチイワシ，スルメイカ *Todarodes pacificus* のミンチおよび魚粉（モイスト 65，日本水産株式会社）を 3：2：5 の割合で混合して造粒機で造粒したモイストを使用した。両試験区の給餌率は，従来の給餌基準である 2% とし，体重の測定日ごとに再調整した。両試験区の 1 週間あたりの給餌は月曜日から金曜日までの 5 日間とし，1 日分の給餌量を 1（9 時）～2 回（9 時，15 時）に分けて給餌した。毎日 1 回，残餌や糞をサイフォン式の底掃除機で除去した。供試個体

表 2. ミンチの原料の餌料価値に関する主な飼育条件

試験区	水槽	飼育水	水温	注水量 (L/分)	餌料	給餌率 (%)	給餌 日数 (日/週)	給餌 回数 (回/日)
イワシ区	200 L角形 FRP製水槽 1基/区	砂ろ過 海水	自然 条件	4	カタクチイワシのミンチ	20	7	3
アケガイ区				4	アケガイのミンチ	20	7	3
アミ区				4	アキアミのミンチ	20	7	3
混合区				4	3種を混合したミンチ※	20	7	3

※：カタクチイワシ，アケガイおよびアキアミのミンチを等量ずつ混合したもの

表 3. 給餌回数が仔ガメの成長に及ぼす影響に関する主な飼育条件

試験区	水槽	飼育水	水温	注水量 (L/分)	餌料	給餌率 (%)	給餌 日数 (日/週)	給餌 回数 (回/日)
1回区	200 L角形 FRP製水槽 1基/区	砂ろ過 海水	自然 条件	4	ミンチ	20	7	1
2回区				4	ミンチ	20	7	2
3回区				4	ミンチ	20	7	3

表 4. オキアミの餌料価値に関する主な飼育条件

試験区	水槽	飼育水	水温	注水量 (L/分)	餌料	給餌率 (%)	給餌 日数 (日/週)	給餌 回数 (回/日)
オキアミ区	2kL角形 FRP製水槽 1基/区	砂ろ過 海水	自然 条件	12	冷凍 オキアミ	2	5	1～2
モイスト区				12	モイスト ペレット	2	5	1～2

表 5. 魚類用配合飼料の餌料価値に関する主な飼育条件

試験区	水槽	飼育水	水温	注水量 (L/分)	餌料	給餌率 (%)	給餌 日数 (日/週)	給餌 回数 (回/日)
配合区	2kL角形 FRP製水槽 1基/区	砂ろ過 海水	自然 条件	12	配合飼料	1	5	1
モイスト区				12	モイスト ペレット	2	5	1

の直甲長はノギス（CD-30PM，株式会社ミツトヨ）を用いて1mm単位まで，体重は電子台ばかり（IWG-6000，株式会社イシダ）を用いて1g単位まで，それぞれ毎月1回測定した。

試験-5. 魚類用配合飼料の餌料価値　主な飼育条件を表5に示した。魚類用配合飼料の給餌率に関するデータが当研究所になかったことから，「給餌後15分で食べ残さない量」を基準に事前調査を行った結果，2%では残餌が多かったことから，魚類用配合飼料の給餌率は1%に調整した。モイスト区の餌料と主な飼育方法は，上述の「オキアミの餌料価値」に準じた。供試個体の直甲長はノギス（MA1020BLUE，Haglöf Sweden）を用いて1mm単位まで，体重は電子台ばかり（HV15KGL，株式会社エー・アンド・デイ）を用いて1g単位まで，それぞれ毎月1回測定した。

供試個体

試験-1. 展着剤を用いたミンチの分散防止とアキアミの餌料価値　各試験区の供試個体数は，それぞれ5頭（11日齢）とした。各試験区の供試個体の平均直甲長（±標準偏差，以下同様）と平均体重（±標準偏差，以下同様）の範囲は，それぞれ40.5 ± 1.8 ～ 41.7±2.6mm，14 ± 1.0 ～ 15 ± 1.1gであり（表6），各試験区間の直甲長と体重に有意差は認められなかった（One-Way ANOVA，$p>0.05$）。

試験-2. ミンチの原料の餌料価値　各試験区の供試個体数は，それぞれ10頭（7日齢）とした。各試験区の供試個体の平均直甲長と平均体重の範囲は，それぞれ38.0 ± 1.1 ～ 38.9 ± 0.6mm，12±0.7 ～ 13±0.7gであり（表7），各試験区間の直甲長と体重に有意差は認められなかった（One-Way ANOVA，$p>0.05$）。

試験-3. 給餌回数が仔ガメの成長に及ぼす影響　各試験区の供試個体数は，それぞれ10頭（7日齢）とした。各試験区の供試個体の平均直甲長と平均体重の範囲は，それぞれ38.1 ± 0.7 ～ 38.2 ± 1.2mm，12±0.7 ～ 13±0.8gであり（表8），各試験区間の直甲長と体重に有意差は認められなかった（One-Way ANOVA，$p>0.05$）。

試験-4. オキアミの餌料価値　各試験区の供試個体数は，それぞれ6頭（187日齢）とした。両試験区の供試個体の平均直甲長と平均体重は，オキアミ区が170±11.0mm，568 ± 107g，モイスト区が173±5.4mm，596±60gであり（表9），両試験区間の直甲長と体重に有意差は認められなかった（One-Way ANOVA，$p>0.05$）。

表6. 展着剤を用いたミンチの分散防止とアキアミの餌料価値に関する試験結果の概要

試験区	試験開始			試験期間（日数）	平均水温（度）（範囲）	試験終了			日間成長率	
	供試数	平均直甲長（mm）	平均体重（g）			生残数	平均直甲長（mm）	平均体重（g）	直甲長（mm/日）	体重（g/日）
0%区	5	40.5±1.8	15±1.1	2006/9/26-11/13 (48)	26.1±0.7 (24.7-27.2)	4	68.2±4.8	55±11.4	0.58	0.8
2.5%区	5	41.7±2.6	15±1.1			3	68.6±7.6	56±15.0	0.56	0.9
5%区	5	40.8±2.1	14±1.3			3	61.8±7.8	44±15.7	0.44	0.6
10%区	5	40.6±1.9	14±1.0			5	59.7±4.8	43±11.5	0.40	0.6
アミ区	5	41.6±0.4	15±0.4			2	57.3±1.1	31± 1.4	0.33	0.3

表7. ミンチの原料の餌料価値に関する試験結果の概要

試験区	試験開始			試験期間（日数）	平均水温（度）（範囲）	試験終了			日間成長率	
	供試数	平均直甲長（mm）	平均体重（g）			生残数	平均直甲長（mm）	平均体重（g）	直甲長（mm/日）	体重（g/日）
イワシ区	10	38.0±1.1	13±0.5	2007/9/2-11/3 (62)	26.2±1.5 (24.3-28.8)	8	72.6± 8.2 [a]	68±18.3 [a]	0.56	0.9
アケガイ区	10	38.4±1.3	13±0.5			8	68.6± 5.2 [a]	57±11.4 [a]	0.49	0.7
アミ区	10	38.9±0.6	13±0.7			5	50.1± 3.8 [b]	26± 4.6 [b]	0.18	0.2
混合区	10	38.1±0.7	12±0.7			7	78.3±10.0 [a]	85±28.2 [a]	0.65	1.2

試験終了時の平均直甲長と平均体重に付記した異なるアルファベット間には有意差（Multiple Comparison Tukey-Kramer, $P<0.05$，a > b）があったことを示す

表 8. 給餌回数が仔ガメの成長に及ぼす影響に関する試験結果の概要

試験区	試験開始			試験期間 (日数)	平均水温 (度) (範囲)	試験終了			日間成長率	
	供試数	平均 直甲長 (mm)	平均 体重 (g)			生残数	平均 直甲長 (mm)	平均 体重 (g)	直甲長 (mm/日)	体重 (g/日)
1回区	10	38.2±1.1	13±0.8	2007/9/2-11/3 (62)	26.2±1.5 (24.3-28.8)	8	69.2± 6.0	57±13.6	0.50	0.7
2回区	10	38.2±1.2	13±0.7			6	69.8± 4.9	58±11.6	0.53	0.7
3回区	10	38.1±0.7	12±0.7			7	78.3±10.0	85±28.2	0.65	1.2

表 9. オキアミの餌料価値に関する試験結果の概要

試験区	試験開始			試験期間 (日数)	平均水温 (度) (範囲)	試験終了			日間成長率	
	供試数	平均 直甲長 (mm)	平均 体重 (g)			生残数	平均 直甲長 (mm)	平均 体重 (g)	直甲長 (mm/日)	体重 (g/日)
オキアミ区	6	170±11.0	568±107	2007/3/1-7/19 (140)	24.9±2.2 (21.7-29.5)	6	225±16.0 ^{b}	1290±213 ^{b}	0.40	5.2
モイスト区	6	173± 5.4	596± 60			6	266±11.9 ^{a}	2116±280 ^{a}	0.67	11.0

試験終了時の平均直甲長と平均体重に付記した異なるアルファベット間には有意差（One-Way ANOVA, $P< 0.05$, a > b）があったことを示す

表 10. 魚類用配合飼料の餌料価値に関する試験結果の概要

試験区	試験開始			試験期間 (日数)	平均水温 (度) (範囲)	試験終了			日間成長率	
	供試数	平均 直甲長 (mm)	平均 体重 (g)			生残数	平均 直甲長 (mm)	平均 体重 (g)	直甲長 (mm/日)	体重 (g/日)
配合区	4	224± 9.5	1313±156	2009/1/16-2010/1/18 (367)	24.8±2.8 (20.1-29.9)	4	389±19.3	6303±1079	0.45	13.6
モイスト区	4	225±14.1	1345±203			4	388± 6.5	6100± 457	0.44	13.0

試験 -5. 魚類用配合飼料の餌料価値　両試験区の供試個体数は，それぞれ 4 頭（436 日齢）とした。両試験区の供試個体の平均直甲長と平均体重は，配合区が 224 ± 9.5mm，1,313 ± 156g，モイスト区が 225 ± 14.1mm，1,345 ± 203g であり（表 10），両試験区間の直甲長と体重に有意差は認められなかった（One-Way ANOVA, $p>0.05$）。

結果と考察

試験 -1. 展着剤を用いたミンチの分散防止とアキアミの餌料価値　試験結果の概要を表 6 に，各試験区の平均直甲長の推移を図 2 に示した。試験は，2006 年 9 月 26 日から 11 月 13 日にかけて 48 日間実施した。給餌したミンチの分散状況を把握するため，給餌後に目視観察によって 0% 区とその他の試験区のミンチの分散状況を比較したところ，2.5% 区は 0% 区とほぼ同様に小さな粒子状に分散したが，5% 区と 10% 区では小さな粒子も生じたものの，0% 区と比較してミンチは塊のまま形状を維持していた。しかし，0% 区と 2.5% 区はほとんど残餌がなかったが，5% 区と 10% 区では塊のままの残餌が観察された。試験期間中の生残数は，0% 区が 4 頭，2.5% 区と 5% 区がそれぞれ 3 頭，10% 区が 5 頭およびアミ区が 2 頭であった（表 6）。試験終了時の平均直甲長は表 6 に示したように，0% 区と 2.5% 区はほぼ同等の値を示し，5% 区と 10% 区の値はこれら 2 区よりも劣ったが（図 2），各試験区間で有意差は認められなかった（One-Way ANOVA, $p>0.05$）。5% 以上の展着剤をミンチに添加することにより，ミンチの分散は抑制することができたが，成長は 0% 区よりも劣る傾向を示した。成長が劣った原因として，展着剤を添加したことによりタンパク質などの栄養成分が不足した可能性や展着剤によって消化不良を起こした可能性などが考えられた。この展着剤の成分は食物繊維が主体で魚類の飼料添加剤として使用されているものであるが，過剰投与すると消化不良を起こす事例が知られている（ヒガシマル株式会社私信）。また，給餌率は同じであったにもかかわらず，5% 区と 10% 区は給餌した状態のままの残餌がみられた。これらのことから，展着剤の含量が 5% 以上を超えると仔ガメの消化機能に何らかの影響を及ぼした可能性

が考えられたが，原因を特定するには至らなかった。このようなことから，ミンチに展着剤を添加することによって，成長率を低下させずにミンチの分散を防止することは難しいと考えられた。

アミ区は展着剤を5%添加したことから，5%区と比較した。アミ区の平均給餌率は16.8%，5%区が16.9%とほぼ同等であった。アミ区では残餌はほとんど観察されなかったが，5%区では上述したようにしばしば残餌が観察された。試験期間中の生残数は，アミ区が2頭，5%区が3頭であった（表6）。アミ区の試験終了時の平均直甲長の値は5%区の値よりも劣ったが，両試験区間で有意差は認められなかった（One-Way ANOVA, $p>0.05$）。試験終了時の両試験区の体重の結果も，直甲長と同様の傾向を示した（表6）。両試験区の直甲長と体重の日間成長率を比較すると，アミ区は0.33mm/日と0.3g/日，5%区が0.44mm/日と0.6g/日であり，いずれもアミ区の日間成長率が劣っていた（表6）。本実験においてアミ区は5%区よりも成長は劣ったものの，両試験区の成長に有意な差は認められず，アキアミの餌料価値はミンチと同等であると推察された。しかし，日間成長率はアミ区の方が劣っており，また図2に示したように飼育35日目以降はアミ区と5%区の成長に開きが生じたことから，本実験よりも長期間飼育実験を行うことで，アキアミの餌料価値が明瞭に示される可能性がある。

試験-2. ミンチの原料の餌料価値　試験結果の概要を表7に示した。試験は，2007年9月2日から11月3日にかけて62日間実施した。イワシ区とアケガイ区のミンチは形状が崩れにくかった反面，しばしば残餌が観察された。一方，アミ区のミンチは水分が多いため，給餌後に形状を維持できず水面に浮いて分散しやすかったが，残餌は観察されなかった。また，混合区では残餌は観察されなかった。試験期間中の生残数は，イワシ区が8頭，アケガイ区が8頭，アミ区が5頭および混合区が7頭であり，アミ区の死亡が最も多かった（表7）。試験終了時の平均直甲長は，アミ区が他の3区に対して有意に小さく（Multiple Comparison Tukey-Kramer, $p<0.05$），他の3試験区では混合区が最も成長が良好であったものの，3試験区間で有意差は認められなかった（Multiple Comparison Tukey-Kramer, $p>0.05$）。試験期間中の各試験区の平均直甲長の推移を図3に示した。混合区の成長に対してアミ区は試験開始14日目から，イワシ区とアケガイ区は試験開始28日目から，それぞれ成長率が低下した。最終的に，混合区の成長が最も良好であり，次いでイワシ区，アケガイ区と続き，アミ区が最も成長が

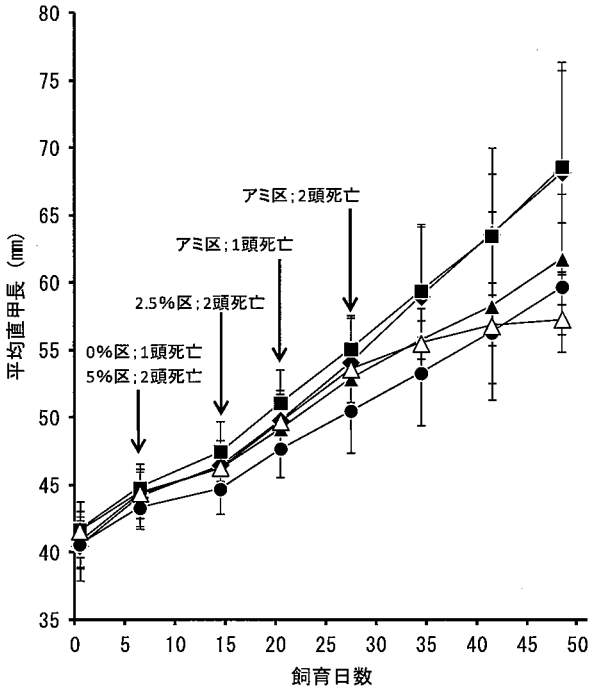

図2. 展着剤を用いたミンチの分散防止とアキアミの餌料価値に関する試験における各試験区の平均直甲長の推移
図中の菱形印は0%区，四角印は2.5%区，三角印（黒色）は5%区，丸印は10%区および三角印（白色）はアミ区を示し，各印の縦棒は標準偏差を示す

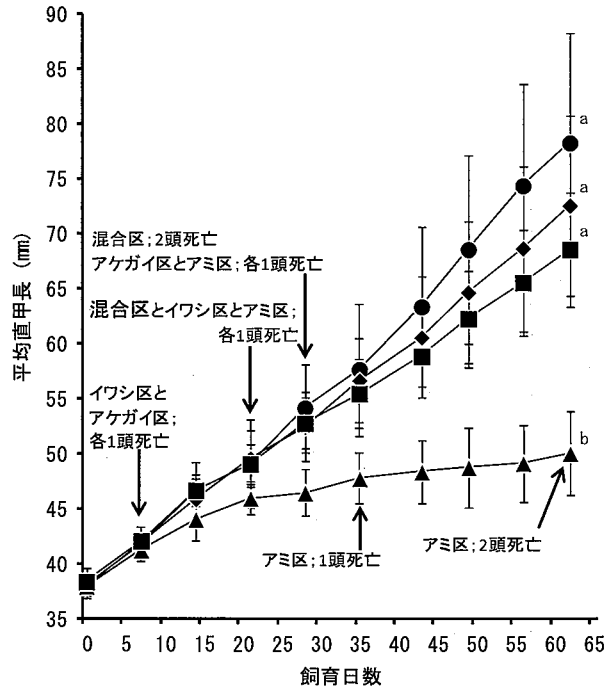

図3. ミンチの原料の餌料価値に関する試験における各試験区の平均直甲長の推移
図中の菱形印はイワシ区，四角印はアケガイ区，三角印はアミ区および丸印は混合区を示し，各印の縦棒は標準偏差を示す
飼育日数62日目の各印に付記した異なるアルファベット間には，有意差（Multiple Comparison Tukey-Kramer, $P<0.05$，a > b）があったことを示す

劣った。試験終了時の各試験区の体重の結果も，直甲長と同様の傾向を示した（表7）。本試験の結果，アミ区は生残率と成長がともに最も低く，イワシ区とアケガイ区は成長，生残率ともに良いものの，混合区には及ばなかった。2006年に当研究所が行った栄養分析の結果を参照すると，カタクチイワシ，アケガイ，アキアミおよびミンチの乾物含量は，それぞれ21.2%，17.8%，14.2%および26.7%であり，ミンチの乾物含量が最大であり，アキアミの乾物含量が最少であった（小林，未発表）。このことから，いずれの餌料も単体で成長は認められるものの，仔ガメが必要とする栄養を満たしていない可能性が高く，混合区は，これら3種を混合することによって栄養的なバランスがとれ，かつ乾物換算での摂取量が多かったことから，成長が促進されたと考えられた。

試験-3. 給餌回数が仔ガメの成長に及ぼす影響　試験結果の概要を表8に示した。試験は，2007年9月2日から11月3日にかけて62日間実施した。残餌の状況は，1回区では16時の底掃除の前まで常に残餌が観察された。2回区と3回区では残餌は観察されなかった。試験期間中の生残数は，1回区が8頭，2回区が6頭および3回区が7頭であった。試験終了時の平均直甲長は3回区が最も大きかったが（表8），各試験区間で有意差は認められなかった（Multiple Comparison Tukey-Kramer，$p>0.05$）。また，各試験区内の直甲長のばらつきも3回区が最も大きかった。試験期間中の平均直甲長の推移を図4に示した。1回区と2回区は，試験開始21日目までは3回区とほぼ同じ成長を示したが，その後は成長が遅れた。その結果，両試験区の試験終了時の平均直甲長は3区より劣ったが，両試験区間で差はみられなかった。試験終了時の各試験区の体重の結果も，直甲長と同様の傾向を示した（表8）。本試験の結果から，1回区と2回区の成長のばらつきが小さくなった原因は，1日あたりの給餌回数を減らすことにより，1回あたりの給餌量が増加し，各個体の摂餌量の差が小さくなったことであると考えられた。一方，1回区と2回区の試験終了時の平均直甲長は，3回区よりも劣った。1回区は1日の給餌量を1回で給餌したため，飽食となり摂餌できなかった餌が常にあり，1個体あたりの1日の摂餌量が他の2区よりも少なかった可能性がある。しかし，2回区と3回区はいずれも残餌が観察されなかったことから，両試験区の成長の差は摂餌量の差ではないと考えられたが，その原因を特定するには至らなかった。

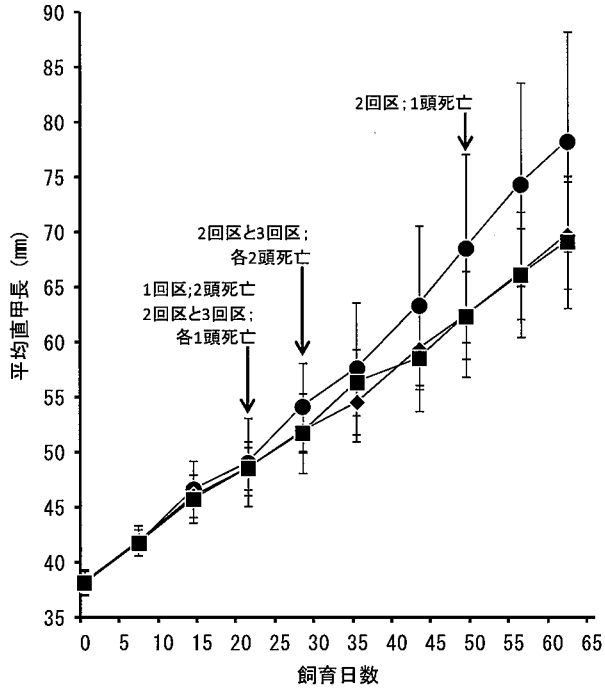

図4. 給餌回数が仔ガメの成長に及ぼす影響に関する試験における各試験区の平均直甲長の推移
図中の菱形印は1回区，四角印は2回区および丸印は3回区を示し，各印の縦棒は標準偏差を示す

試験-4. オキアミの餌料価値　試験結果の概要を表9に，試験期間中の平均直甲長の推移を図5に示した。試験は，2007年3月1日から7月19日にかけて140日間実施した。両試験区ともに，残餌はほとんど観察されなかった。試験期間中の生残数は両試験区とも6頭で，死亡はなかった。試験開始41日目からオキアミ区の成長が鈍化し（図5），試験終了時の平均直甲長は，オキアミ区の方が有意に小さかった（One-Way ANOVA，$p<0.05$）。両試験区の試験終了時の体重の結果も，直甲長と同様の傾向を示した（表9）。2006年と2007年に当研究所が実施した栄養分析の結果を参照すると，オキアミとモイストの粗タンパク質含量は，それぞれ9.8%（乾物換算72.6%）と31.6%（乾物換算53.7%）であった（小林，未発表）。また，エネルギー源として重要な粗脂肪含量は，オキアミが1.5%（乾物換算11.1%），モイストが6.9%（乾物換算11.7%）であった（小林，未発表）。本試験の給餌量は、湿重量をもとに算出することから，オキアミを丸のまま摂餌して成長はするものの，仔ガメが必要とする栄養成分を量的に満たしていない可能性が高く，モイストの代替え餌料として利用することは難しいと考えられた。

試験-5. 魚類用配合飼料の餌料価値　試験結果の概要を表10に，飼育試験中の平均直甲長の推移を図6に示した。試験は，2009年1月16日から2010年1月18日にかけて367日間実施した。両試験区ともに試験期間中の死亡はなかったが，モイスト区の1頭が噛み合いにより傷を負ったため，一時的に200L角形FRP製水槽で個別飼育し，傷が治った後に元の水槽に戻した。なお，この治療期間中も試験設定にしたがって飼育を行った。試験期間中の直甲長の成長は両試験区ともほぼ同様に推移し（図6），試験終了時の両試験区間の直甲長に有意差

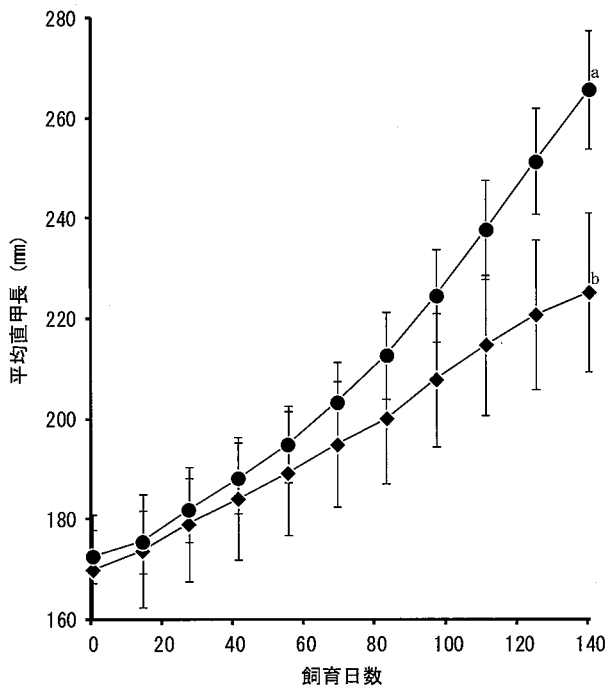

図 5. オキアミの餌料価値に関する試験における各試験区の平均直甲長の推移
図中の菱形印はオキアミ区，丸印はモイスト区を示し，各印の縦棒は標準偏差を示す
飼育日数 140 日目の各印に付記した異なるアルファベット間には，有意差（One-Way ANOVA, $P< 0.05$, a > b）があったことを示す

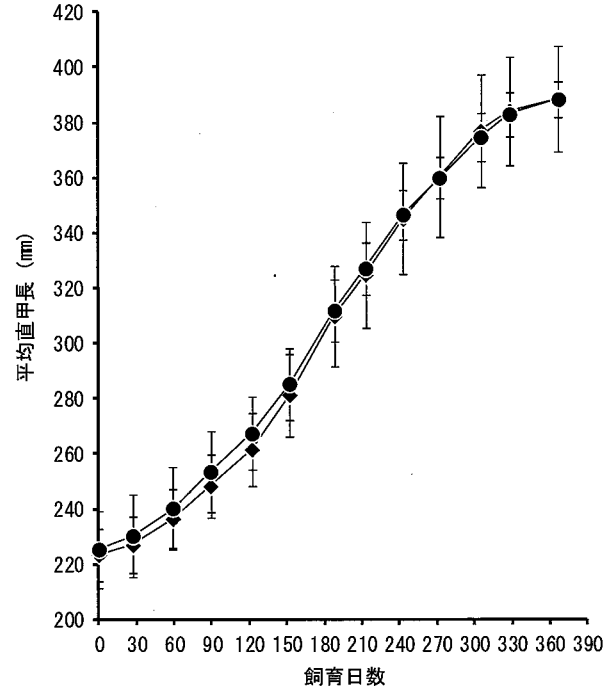

図 6. 魚類用配合飼料の餌料価値に関する試験における各試験区の平均直甲長の推移
図中の菱形印は配合区，丸印はモイスト区を示し，各印の縦棒は標準偏差を示す

は認められなかった（One-Way ANOVA, $p>0.05$）。両試験区の試験終了時の体重の結果も，直甲長と同様の傾向を示した（表 10）。

2007 年に当研究所が実施した栄養分析の結果を参照すると，試験に使用したモイストの粗タンパク質含量は 31.6%（乾重量 53.7%）であった（小林真人，未発表）。本試験に使用した魚類用配合飼料の栄養分析は行っていないが，メーカーの成分表示では粗タンパク質含量は 45% 以上であった。WOOD and WOOD[15] は，異なるタンパク含量（25%（乾重量 29.7 ± 0.2%），30%（乾重量 36.0 ± 0.2%）および 35%（乾重量 41.3 ± 0.4%））を有する配合飼料を用いたアオウミガメ仔ガメの飼育試験において，タンパク質含量が低い方が成長も低いことを報告している。本試験では，配合区（給餌率 1%，粗タンパク含量 45%）とモイスト区（給餌率 2%，粗タンパク含量 31.6%）の供試個体が 1 日に摂取できたと推測される粗タンパク質量は，配合区が 4.5g protein/kg BW，モイスト区が 6.32g protein/kg BW となり，配合区の方がモイスト区よりも低かった。しかし，両試験区の成長に差はなかったことから，タイマイはアオウミガメよりも粗タンパク質の要求量が低い可能性が推測された。

以上のように，魚類用配合飼料はモイストの半分の給餌率（給餌量）で，モイストと同等の成長を示したことから，魚類用配合飼料はタイマイ仔ガメに対して十分な餌料価値があることが明らかとなった。

謝　辞

本研究を実施するにあたり，ご協力とご助言をいただいた西海区水産研究所亜熱帯研究センターの職員の方々に厚く御礼申し上げます。

文　献

1) MÁRQUEZ, M.R.（1990）FAO species catalogue. Vol.11:Sea turtles of the world. An annotated and illustrated catalogue of sea turtle species known to date. FAO Fisheries Synopsis. **125**, FAO, Rome, 31-38 pp.

2) UCHIDA, I., and M. NISHIWAKI（1982）Sea turtles in the waters adjacent to Japan. Biology and Conservation of Sea Turtles, Smithsonian Institution Press, Washington DC., 317-319 pp.

3) LUTCAVAGE, M.E., P. PLOTKIN, B. WITHERINGTON, and P.L. LUTZ（1997）Human impacts on sea turtle survival. The biology of sea turtles CRC Press, Florida, 387-409 pp.

4) SHAVER, D.J., and T. WIBBELS（2007）Head-Starting the Kemp's ridley sea turtle. in "Biology and conservation of ridley sea turtles"(ed. by P.T. PLOTKIN), The Johns Hopkins University Press, Maryland, 297-323 pp.

5) 與世田兼三・清水智仁（2006）希少種であるウミガメ類の産卵，ふ化管理および放流技術の開発．日水誌，**72**，476-

479.

6) BELL, C.D., and J. PARSONS (2002) Cayman turtle farm head-starting project yields tangible success. *Marine Turtle Newsletter*, **98**, 5-6.

7) SATO, F., and B.B. MADRIASAU (2001) Preliminary report on natural reproduction of hawksbill sea turtle in Palau. *Marine Turtle Newsletter*, **55**, 12-14.

8) KOBAYASHI M., T. SHIMIZU, K. OKUZAWA, K. SOYANO, and K. YOSEDA (2010) Determination of maturity in male hawksbill turtle *Eretmochelys imbricata* in captivity based on tail elongation and plasma testosterone level. *Fish. Sci.*, **76**, 777-784.

9) 小林真人・奥澤公一・征矢野清・與世田兼三 (2010) 飼育条件下におけるタイマイの繁殖生態. 日水誌, **76**, 1056-1065.

10) 小林真人・清水智仁 (2010) ウミガメの増殖技術の開発. 海洋と生物, **190**, 436-442.

11) 水産総合研究センター八重山栽培漁業センター (2005) 平成16年度国際資源調査等推進対策事業混獲生物グループ報告書, 20-21 pp.

12) 水産総合研究センター八重山栽培漁業センター (2004) 平成15年度国際資源調査等推進対策事業混獲生物グループ報告書, 25-32 pp.

13) 日本栽培漁業協会八重山事業場 (2003) 平成13年度国際資源調査等推進対策事業混獲生物グループ報告書, 63-75 pp.

14) NUITJA, I., and I. UCHIDA (1982) Preliminary studies on the growth and food-consumption of the juvenile loggerhead turtle (*Caretta caretta* L.) in captivity. *Aquaculture*, **27**, 157-160.

15) WOOD, J.R., and F.E. WOOD (1981) Growth and digestibility for the green turtle (*Chelonia mydas*) fed diets containing varying protein levels. *Aquaculture*, **25**, 269-274.

16) STICKNEY, R.R., D.B. WHITE, and D. PERLMUTTER (1973) Growth of green and loggerhead sea turtles in Georgia on natural and artificial diets. *Bulletin of the Georgia Academy of Science*, **31**, 37-44.

17) CAILLOUET, C.W.JR., S.A. MANZELLA, C.T. FONTAINE, T.D. WILLIAMS, M.G. TYREE, and D.B. KOI (1989) Feeding, growth rate and survival of the 1984 year-class of Kemp's ridley sea turtles (*Lepidochelys kempi*) reared in captivity. in "Proceedings of the first international symposium on Kemp's ridley sea turtle biology, conservation and management" (ed. by C.W.JR. CAILLOUET, and A.M.JR LANDRY.) Texas A & M University, Sea Grant College Program, TAMU-SG-89-105, 165-177pp.

18) FONTAINE, C.T., T.D. WILLIAMS, S.A. MANZELLA, and C.W.JR. CAILLOUET (1989) Kemp's ridley sea turtle head start operations of the NMFS SEFC galveston laboratory. in "Proceedings of the first international symposium on Kemp's ridley sea turtle biology, conservation and management" ed. by C.W.JR. CAILLOUET, and A.M.JR. LANDRY) Texas A & M University, Sea Grant College Program, TAMU-SG-89-105, 96-110pp.

19) 近藤鉄也 (2001) 人工餌料を用いたタイマイの飼育. うみがめニュースレター, **48**, 8.

タイマイ仔ガメの給餌条件

小林真人

タイマイ仔ガメの飼育技術を開発するため，給餌条件に関する5つ飼育試験を2006年から2010年にかけて実施した。その結果，初期餌料のミンチに添加した展着剤は5%以上の添加率で仔ガメの成長に悪影響を及ぼすこと，ミンチの原料は単一よりも複数の方が栄養的なバランスや物性などが改善されて仔ガメの成長率を高めること，モイストペレットに対してオキアミは仔ガメに対する餌料価値が低いこと，1日あたりの給餌回数が少ないと成長率が低下すること，および魚類用配合飼料が仔ガメの餌料として有効であること，などを明らかにした。

水産技術，**6**（**1**），99-108，2013