

自己評価報告書

平成 23 年 4 月 9 日現在

機関番号：3 2 6 4 4

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2008～2011

課題番号：2 0 5 8 0 2 1 2

研究課題名（和文）内視鏡を用いた小型鯨類における胃内消化速度の研究

研究課題名（英文）Food digestion in forestomach of dolphin: Observation of process and speed using endoscope.

研究代表者

大泉 宏 (OHIZUMI HIROSHI)

東海大学・海洋学部・准教授

研究者番号：3 0 3 6 6 0 0 9

研究分野：海洋生態学

科研費の分科・細目：水産学・水産学一般

キーワード：胃内容物分析・消化速度・海棲哺乳類・食性

1. 研究計画の概要

鯨類の食性分析は胃内容物分析による研究が多い。胃内容物分析では捕食する餌の種の判別、餌の個体数やサイズの推定は可能であるが、単位時間当たりの採餌量については時間尺度がないために原則として推定が不可能である。胃内での消化段階の進行と時間経過の関係が明らかになれば胃内容物分析の結果に対して時間的解釈が可能になり、単位時間当たりの採餌量の推定が可能になると期待できる。よって、胃内消化速度を明らかにするために、内視鏡による給餌後の消化の経過観察実験を行うこととした。また、実験結果の評価のため、人工消化液による餌の消化特性評価、および消化酵素の活性試験も補助的に行うこととした。

(1) 内視鏡観察：絶食させたイルカに餌を与え、一定時間後に内視鏡で胃内の観察を行い、消化の進行過程を撮影する。画像はコンピュータに取り込み、各経過時間後の消化段階を評価し、平均的な消化経過を分析する。また、餌の種や量を変化させ、消化段階の進行過程や、空胃に至るまでの時間を計る。さらに、胃内容物分析時に主要な試料となる餌の硬組織が胃内から排出される速度について分析を行う。実験場所は沖縄美ら海水族館で行う。実験個体には美ら海水族館飼育のミナミハンドウイルカ等を用いる。機材には内視鏡 OLYMPUS-V9-11223A、ビデオカメラ、データ取得処理用パソコン等を用いる。イルカは事前に内視鏡の受診訓練を受ける。実験時は美ら海水族館にて獣医および飼育スタッフとともに実験を行う。観察時には胃液の一部採取し、pH の測定も行う。内視鏡観察は原則として一回の実験給餌について一回

だけとし、観察が消化の進行に影響しないように配慮した。

(2) 人工消化液による餌の消化特性評価：餌は大きさや形、さらに消化されにくい構造物や成分によって種類ごとに消化速度が異なることが考えられる。この実験では特に外部構造物が消化速度に与える影響を評価する。実験にはペプシンと塩酸を主成分とする人工消化液を調製し、その中に餌として内視鏡実験で使用される魚の鰭を入れ、時間経過毎の重量減少率を求める。内視鏡観察では餌の種を変えて実験を行う。人工消化液による消化特性の評価は、内視鏡観察の結果解釈の際に参考情報として利用できる。

(3) 消化酵素活性試験：胃内における消化の最適条件を明らかにし、内視鏡実験時の消化条件が好適であったかを検証する。標本は和歌山県太地町で捕獲されるハンドウイルカから主胃を採取して用いる。胃壁から粗酵素を抽出し、塩酸を加えてペプシンを活性化させる。この消化酵素を含む溶液中で酸変成ヘモグロビンを基質として最大活性の条件を pH および温度について調べる。

2. 研究の進捗状況

2008 年度にはアヤトビウオを主に用いて胃内における消化の進行を内視鏡で観察した。餌には体長約 18cm、重量約 110g のアヤトビウオと体長約 23 cm、重量約 190g のマサバを用いた。その結果、アヤトビウオは給餌後 30 分で表皮が消化され、60～90 分で鰭や筋肉が消化、90～120 分で骨が消化された。ロジスティック回帰により分析した結果、50%の確率で肉質部が完全に消化される時間

の推定値は 83 分であった。一方、マサバは給餌後 30 分で表皮および鰭が消化され、さらに肉質部の表面まで消化が進行していた。60 分ではさらに肉質部の消化が進んで腹部の開口などにより形がくずれ、90 分で内臓の一部を除き肉質部の消化が完了し、120 分で消化の最終段階に至ることが観察された。アヤトビウオとマサバでは、消化段階の途中では若干の時間差が見られたが、最終的な完全消化までの時間は大きな差は無かった。2008 年度の研究ではマサバについては実験例が少なく統計解析が不可能であった。さらに実験を重ねていく必要があると評価された。

2009 年度の計画では、昨年実験の例数が十分確保できなかったマサバ一尾の消化速度の測定と、トビウオとサバの各鰭を用いて人工消化液による試験管内での消化段階の進行を調べた。実験には HCl、ペプシン、 Na_2CO_3 (緩衝材) から成る人工消化液を 36~38°C に温め、pH は 1.5~2.0 の間に保った。鰭の重量を一定時間毎に量ったところ、兩種とも鰭の重量は時間経過とともに減少したが、鰭残存率(鰭重量/元の重量×100)を比較すると、マサバの方が 20%以上小さく、消化されやすいことが分かった。消化進行状態を表す目安の第一段階である鰭の消化に関して、マサバの方が速く消化されることを裏付けることができたと考えられる。マサバ一尾の消化実験に関しては、計 8 回の実験を行ってデータの拡充を図ったが、得られた結果に偏りがあった。特に 60 分から 90 分経過後の結果に偏りがあることが、十分な信頼性のあるロジスティック回帰を行う上で障害となった。来年度さらに補足の実験を行う必要があると評価された。

2010 年度にはマサバの追加実験の他、餌量を変化させた場合の完全消化に至までの時間測定、および消化酵素活性の試験を行った。マサバ一尾の消化実験に関しては昨年からの継続で計 31 回の実験を行なった。その結果、給餌 30 分後には表皮が消化され、60 分後には肉質部が消化されて形が崩れ、90 分後には少量の肉質部と骨が残り、120 分後には骨片を残すのみか空胃であった。肉質部が 50%の確率で消失するまでにかかる時間はロジスティック回帰によって平均 92 分と推定された。餌量を変化させた場合の実験ではアヤトビウオを用い、1.25kg、2.5kg、5kg を給餌した場合の消化時間を内視鏡で観察した。その結果、1.25kg では 6 時間後、2.5kg では 8 時間後、12 時間後の観察で空胃であることが分かった。酵素活性試験では結果として pH については 2 から 2.5 で最大活性が得られ、温度は 50°C から 60°C で最大活性が得られた。これらの結果から、イルカの胃内における肉質部の消化の進行とその速度が明らかになり、また、消化の生化学的条件につ

いても一部明らかになった。

3. 現在までの達成度

①当初の計画以上に伸展している。

現在までに、当初計画になかった人工消化液実験や酵素活性実験も含めて、全体の大部分の実験が終了した。ただし、当初計画で予定していたビデオ撮影のハイビジョン化は、現状の予算規模では不可能であることが明らかになり、2008 年度時点で中止とした。その結果、魚類の耳石の滞留試験については十分な画像解像度が期待できないこととなった。

4. 今後の研究の推進方策

今後、残されている実験計画は、魚類の耳石や頭足類の顎板のような硬組織の胃内滞留時間を明らかにする実験である。胃内容物分析では、これらの硬組織が胃内に残留している場合が多い。よってその形態から種同定がなされ、また捕食数の推定、さらに相対成長関係から体サイズの推定がなされる。従って、これら硬組織の滞留時間を明らかにして単位時間あたり採餌量の推定を可能とすれば、胃内容物分析は食性に関する定性的な情報だけでなく定量的な情報源として利用できるようになり、その意味は非常に大きい。耳石は炭酸カルシウムを主成分とするため、酸性の胃液で最終的には消化されるが、キチン質を主成分とする顎板は胃内に長期間滞留する可能性が指摘されている。内視鏡画像のハイビジョン化が困難であったために耳石についてはその滞留時間を詳しく明らかにすることは困難となったが、滞留に関しては特に顎板で明らかにすべき問題と考えられる。よって、最終年度となる 2011 年度は頭足類の顎板の滞留時間を明らかにすることを方針とする。

5. 代表的な研究成果

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[学会発表] (計 3 件)

- 1) 小出麻紀子 他、ミナミハンドウイルカの食道胃における消化時間と餌量の関係。平成 22 年度日本水産学会秋季大会。2010 年 9 月。京都大学。
- 2) Koide M. *et al.* Digestion process of prey in the forestomach of Indo-Pacific bottlenose dolphin (*Tursiops aduncus*). 18th Biennial Conference on the Biology of Marine Mammals. Oct. 2009. Quebec Canada.
- 3) 小出麻紀子 他、ミナミハンドウイルカの食道胃における餌生物の消化過程。平成 21 年度日本水産学会春季大会。2009 年 3 月。東京海洋大学。