

加速度計を用いたゴマフアザラシ (*Phoca largha*) の採餌行動の感知

西本 慧*・増渕隆仁*・高井英徳**・小林万里****†

(平成 28 年 11 月 17 日受付 / 平成 29 年 1 月 27 日受理)

要約：飼育下にて、成獣雌雄 1 頭ずつの下顎に 2 軸加速度計を装着し、イカナゴを 1 匹ずつ水面または水底へ給餌した。はじめに、水面給餌時における下顎の加速度波形を検出し、水面と水底給餌時の加速度波形の比較および個体による加速度波形の比較を行った。雌の水面給餌時の加速度波形から、水面では 6 m/s^2 以上で構成される高振幅の波形が 0.5 秒以内に再び出現する波形を採餌と定義した結果、40 回中 32 回 (80%) の検出に成功した。また、水面と水底給餌時の加速度値の平均値および各給餌回の振幅の最大値には有意な差があった。そのため、雌の水底加速度波形から当てはまりの良い加速度値を再度探索した。水底では、 6.5 m/s^2 以上で構成される高振幅の波形が 0.5 秒以内に再び出現する波形を採餌と定義した結果、19 回中 17 回 (89.5%) の検出に成功した。加速度値を高くすると一部、検出不能な給餌回も見られたことから、給餌位置が同じでも、餌のくわえ直しの有無や食べ方の違いによって加速度値が変化することが考えられた。

キーワード：ゴマフアザラシ、飼育下、加速度、振幅、採餌

1. はじめに

ゴマフアザラシ (*Phoca largha*) は、鰭脚亜目アザラシ科に属する海棲哺乳類であり、冬季は流水を上陸場および繁殖地として利用する氷上繁殖型のアザラシである¹⁾。北海道には南西部を除きほぼ全道的に生息し、日本海側、オホーツク海側では 11 月～翌 5 月まで、太平洋側では 2 月～5 月まで滞在する²⁾。根室海峡の尾岱沼や風蓮湖では 6 月～翌 2 月まで滞在し、北海道本土で唯一、夏の生息地となっている²⁾。近年、北海道沿岸へ冬季に生息するゴマフアザラシの個体数は増加傾向にある³⁾。それに伴い、北海道内の水産業へ大きな影響を与えている。しかし、ゴマフアザラシは基本的に魚を丸のみすること、刺し網漁等では被害物が残りにくいこともあり、被害量の評価が難しい。被害量の評価には、ゴマフアザラシが、「いつ」、「どこで」、「どんな餌を」、「どれだけ」採餌しているのかといった情報を把握することが必要である。しかし、ゴマフアザラシの食性に関する生態学的なデータや採餌行動に関する知見は乏しい。また、水中で生活するアザラシの採餌行動を直接観察することは困難であるため、採餌生態を様々な手法を持って解明しようとする試みがなされてきた。近年、記録媒体の大容量化やマルチチャンネル化の発展により、動物の行動記録に加速度計が使用されるようになった。加速度計測の利点は、体の動きを微細に計測できることにある。

このため、下顎に 2 軸加速度計を装着することで口の開閉動作を検出する方法が考案され⁴⁾、飼育下ではズキンアザラシ (*Cystophora cristata*)⁵⁾ やトド (*Eumetopias jubatus*)⁶⁾ の採餌行動時の下顎の動きの感知に成功し、野生下でのウェッデルアザラシ (*Leptonychotes weddellii*)⁷⁾ や、ナンキョクオットセイ (*Arctocephalus gazelle*)⁸⁾ の海中での採餌と思われる加速度の検出が報告されている。

そこで本研究では、野生下での採餌量の評価に向けて、飼育下で小型の 2 軸加速度計をゴマフアザラシの下顎に装着、加速度記録から採餌行動に伴う口の開閉動作を検出する手法を確立し、採餌回数を推定することを目的とした。

2. 材料と方法

1) 調査地

本研究は、北海道・稚内市立ノシャップ寒流水族館にて飼育個体を用いて実験を行った。同館では、屋外に設置されたプール (7.5×14.9×1.5 m) で常時 10 頭以上のゴマフアザラシを飼育しており、午前 10 時頃と午後 4 時頃に給餌を行っている。加えて、ホッケ (*Pleurogrammus azonus*) またはイカナゴ (*Ammodytes personatus*) を観光客が有料で給餌を行えるシステムとなっている。

2) 供試ゴマフアザラシと加速度計の装着および回収

上記プールで飼育されている個体のうち、雌および雄の

* 東京農大学生物産業学研究科アクアバイオ学専攻

** 稚内市立ノシャップ寒流水族館

*** NPO 法人北の海の動物センター

† Corresponding author (E-mail : m3kobaya@bioindustry.nodai.ac.jp)

個体 1 頭ずつ計 2 頭を対象とした。雄のゴマフアザラシは全長 175.0 cm, 雌のゴマフアザラシは全長 176.3 cm であった。

プール内の海水を排水後, 目的とするゴマフアザラシをたも網によって捕獲し, 塩酸メドミジン (ドミツール, 日本全薬工業株式会社) を 1 kg 当たり 60 ug, 塩酸ケタミン (ケタミン注 10% 「フジタ」, フジタ製薬株式会社) を 1 kg 当たり 3 mg になるように混合した不動態薬を臀部に筋肉内投与した。続いて, 2 軸加速度計をインシュロックタイ (Hellermann Tyton Ltd. 英国) を用いてゴムラバーに固定したものをエポキシ樹脂接着剤 (Illinois Tool Works Inc. 米国) を用いて, Iwata ら⁸⁾ に従い, アザラシの下顎に加速度計のサージ軸 (Surge axis) を体軸と平行に, ヒープ軸 (Heave axis) を体軸と垂直になるように取り付けた。接着剤の乾燥を確認後, 拮抗薬としてアチパメゾール (アンチセダン, 日本全薬工業株式会社) を不動態薬塩酸メドミジン投与量と等量投与し, 不動態から十分に覚醒したことを確認後, 放獣した。加速度計の回収は自然脱落を待って行った。

3) 加速度計

加速度計は M190-D2GT (Little Leonardo Ltd. 東京, 日本) を用いた。M190-D2GT は直径 15 mm 全長 53 mm 重量 17 g, 記録容量 16 MB (128 Mbit) の 2 軸加速度計で, サージ軸 (体軸方向) のサンプリングサイズを 32 Hz とした。また, アザラシの加速度計への馴化時間を考慮し, 装着時から 48 時間のインターバル後に記録開始するように遅延タイマーを設定した。

4) 給餌方法

給餌は水族館の観光客が少ない時間帯である午前 11 時前後と午後 3 時前後に行い, 25 cm 程度のイカナゴを給餌した。給餌の際は, 1 匹ずつ塩ビ管を通すことで水面または水底に投入し, 給餌時間を秒単位まで記録した。

5) 給餌実験内容

給餌実験は, 以下のように行った。

i) 水面給餌における加速度波形の検出

給餌実験は雌のゴマフアザラシを対象に行った。ゴマフアザラシへの水面給餌時に, 採餌行動の加速度波形が検出できるか検証した (表 1)。

ii) 水面と水底給餌における加速度波形の比較

給餌実験は上記の実験 i) と同一個体を対象に行った。水面と水底に給餌を行い, 給餌位置による加速度波形を比較した (表 1)。

iii) 加速度波形の個体間比較

個体の違いによる加速度波形の差を検証するために, 給餌実験は上記の実験で対象とした個体とは別の雄個体を対象に行った。水面と水底に給餌を行い, 個体による加速度波形を比較した (表 1)。

6) 加速度波形の解析法

i) 下顎由来の加速度波形の抽出

本実験で得た加速度波形は, 下顎の角度に影響される重力加速度由来の加速度と, 下顎の動き由来の動的加速度が組み合った値が記録された。このことから, 採餌行動時の加速度を知るためには, 下顎の動き由来の動的加速度のみを抽出する必要がある。そこで, 加速度波形を IGOR Pro software 6.22J (WaveMetrics, Inc.) と, IGOR Pro software 上で作動する Ethographer パッケージ⁹⁾ を用いて加速度原波形と重力加速度を分離し, 下顎の加速度波形を抽出した。

口の開閉はあくびなど, 餌を食べる時間以外にも存在するが, 一日の行動単位ではその時間割合は低いと考えられる。水族館は閉館後の 19 時~翌朝 8 時まで職員が不在となるため, この期間の記録は, 完全に給餌と関連する口の開閉が存在しないデータとなる。そこで, 採餌以外の行動時にどのような波形が見られるか把握するため, 19 時~翌朝 8 時までの時間帯内に見られた特徴的な加速度波形を抜き出した。加速度振幅値の構成比率を算出し, 95% 以上を占める加速度振幅値を採餌と関連しない加速度値とした。

ii) 給餌時の加速度波形の検出と水面と水底および個体間の比較

給餌時から 5 秒以内に餌を食べ終えていたことを確認できたことから, 5 秒以内の加速度値を給餌中の加速度値とし, 平均値 ± 標準偏差と各給餌回の最大加速度値の平均値 ± 標準偏差と範囲を算出した。さらに, 水面と水底および個体間の加速度値を比較するため, 採餌加速度値の平均値の違いをウェルチの t 検定 (有意水準 $P=0.01$), 各給餌回の最大振幅値の違いをウィルコクソンの順位和検定 (有意水準 $P=0.01$) を用いてそれぞれ検定した。

iii) 採餌の定義と採餌回数の検出

アザラシは丸飲みによって摂食するが, この際に丸呑みしやすいよう餌生物の頭側から飲み込むため, 餌を咥えたのちに何度か咥え直し行動を行う。このため, 採餌時に高加速度値で構成される波形が短時間に連続して観測されると推定された。そこで, 最適な採餌行動検出の加速度値条件を任意で設定し (加速度値を 0.5 m/s^2 刻み, その値を越えた波形の再出現までの間隔を 0.05 秒刻み), 餌投入時の

表 1 加速度記録期間と給餌数

実験	実験目的	開始時間		終了時間		計測時間
i) 水面給餌	加速度波形の検出	8/12	8:54:51	8/14	3:15:05	42h20m14s
ii) 水面と水底給餌	水面および水底の加速度波形比較	10/8	9:09:43	10/10	5:13:21	44h03m38s
iii) 水面と水底給餌	個体による加速度波形の比較	10/26	9:00:26	10/28	3:21:41	42h21m15s
合計						128h45m07s

加速度波形に当てはめることで採餌回数の一致数と誤検出数を調べた。加えて、水面と水底の加速度値に有意な差が検出された場合のみ、水底での採餌回数の一致率の高い加速度値の条件を再度算出し、一致数と誤検出数を算出した。

3. 結 果

1) 下顎由来の加速度波形の抽出

水中に餌を投入した時間帯付近の 0.32 秒周期（約 3 Hz）以上で高い強度の信号が観察されたため、0.32 秒よりも短い周期の加速度値が下顎の動きを示すとした。カットオフ周波数を 3 Hz として加速度の原波形にハイパスフィルターを適用し、下顎の動き由来の加速度と重力加速度由来の加速度とを分離した（図 1-a）。

閉館時の時間帯の下顎由来の加速度波形を抽出すると、3 種類の波形に大別できた。それぞれを加速度波形が殆ど変化しない休息と見られる波形（図 1-b）、規則的な波形を示す遊泳記録（図 1-c）、規則性が見られないランダムな遊泳記録とした（図 1-d）。顎の加速度波形から、どのパターンにおいても 95% 以上が $-3 \text{ m/s}^2 \sim 3 \text{ m/s}^2$ 未満の値内に収まっていた。このことから、振幅の絶対値が 3 m/s^2 以上の加速度を採餌に関連する値とした。

2) 水面給餌における加速度波形の検出

記録時間中には、水面に 40 回の給餌を行った（表 2）。採餌に関連する値のみを抽出した結果、給餌加速度値の平均値 $\pm \text{SD}$ は $7.87 \pm 5.99 \text{ m/s}^2$ 、各給餌回の加速度の最大値の平均値 $\pm \text{SD}$ および範囲は $27.66 \pm 5.36 \text{ m/s}^2$ 、 $12.15 \sim 37.39 \text{ m/s}^2$ であった（表 2）。採餌行動の加速度値条件を調べ、水面での採餌では、 6 m/s^2 以上で構成される波形が 0.5 秒以内に再び出現する波形を採餌行動と定義したところ、40 回中 32 回（80%）の採餌回数が検出できた。

3) 水面と水底給餌における加速度波形の比較

記録時間中には、水面に 17 回、水底に 19 回の給餌を行った（表 2）。水面の給餌加速度値の平均値 $\pm \text{SD}$ は $7.76 \pm 5.16 \text{ m/s}^2$ 、各給餌回の振幅最大値の平均値 $\pm \text{SD}$ および範囲は $24.74 \pm 6.01 \text{ m/s}^2$ 、 $12.24 \sim 37.25 \text{ m/s}^2$ であった。水底の加速度の平均値 $\pm \text{SD}$ は $9.97 \pm 7.86 \text{ m/s}^2$ 、振幅最大値の平均値 $\pm \text{SD}$ と範囲は $37.89 \pm 3.98 \text{ m/s}^2$ 、 $31.75 \sim 45.40 \text{ m/s}^2$ であった（表 2）。水面と水底の給餌加速度値の平均値および各給餌回の最大加速度値は、どちらも水底が水面より有意に大きかった（ $P < 0.01$ ）（表 2）。

水面での採餌回数の検出は、同一個体で行った水面給餌の条件を適用すると、17 回中 14 回（82.4%）の検出であり、最も一致数が高くかつ誤検出数が低い条件であった。

水面と水底の給餌加速度値の平均値および各給餌回の振幅の最大値には有意な差があった。そのため、水底加速度値から採餌検出数が最大かつ誤検出数が最小になる条件を再度探索した結果、 6.5 m/s^2 以上で構成される加速度の波形が 0.5 秒以内に出現する波形を採餌行動と定義し、19 回中 17 回（89.5%）の採餌回数検出に成功した。

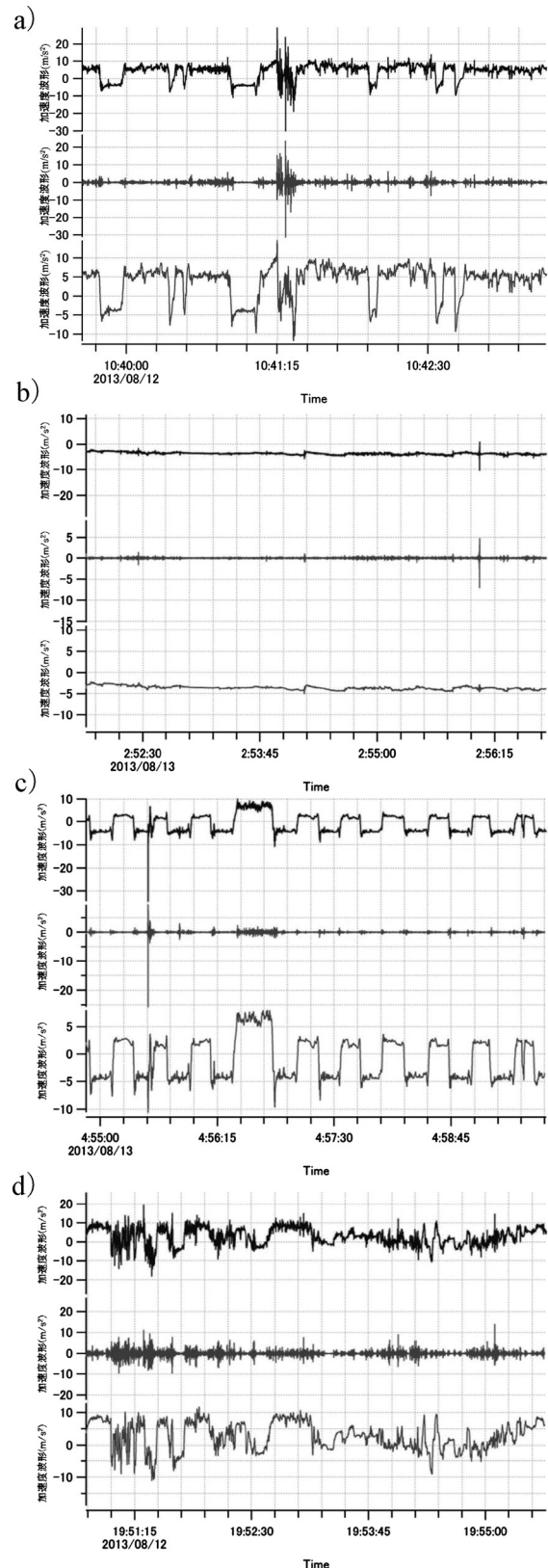


図 1 a) 給餌時の加速度波形, b) 閉館中の休息時加速度波形, c) 閉館中の規則的な遊泳時加速度波形, d) 閉館中のランダムな遊泳時加速度波形。

図中の 3 つの波形は、それぞれ顎の加速度原波形（上）と 3 Hz のハイパスフィルタリングによって分離された顎の動き由来の加速度（中）と重力加速度由来の加速度（下）を表す。

表 2 給餌から 5 秒以内の下顎加速度値 (平均値 \pm SD, 最大値の平均値 \pm SD と範囲; m/s²)

実験回(対象個体)	給餌位置	n	平均値±SD	T-test	最大値±SD(範囲)	U-test
1(雌)	水面	40	7.87±5.99		27.66±5.36(12.15-37.39)	
2(雌)	水面	17	7.76±5.16	* 		

4) 加速度波形の個体間の比較

雄を用いた記録時間中には、水面に 18 回、水底に 18 回の給餌を行った (表 2)。水面の給餌加速度値の平均値 \pm SD は 8.73 \pm 6.11 m/s², 振幅の各給餌回の最大値の平均値 \pm SD および範囲は 29.55 \pm 6.01 m/s², 18.11-42.37 m/s²であった。水底の加速度の平均値 \pm SD は 10.17 \pm 8.07 m/s², 振幅の最大値の平均値 \pm SD と範囲はそれぞれ 40.29 \pm 4.29 m/s², 30.75-49.67 m/s²であった (表 2)。水面と水底の給餌加速度値の平均値および各給餌回の最大加速度値は、どちらも水底が水面に対して有意に大きかった (P<0.01, 表 2)。

水面の給餌加速度値の平均値は雄個体が雌個体に対して有意に大きかった (P<0.01)。しかし、水底での平均値および水面および水底の最大加速度値には差がなかった (P>0.01, 表 2)。

採餌回数の検出結果は、雌個体の水面での条件を水面加速度値に適用すると、18 回中 15 回 (83.3%) の検出であり、最も一致数が高く、誤検出数が低い条件となった。さらに、雌個体の水底での条件を雄個体の水底加速度値に適用すると 18 回中 17 回 (94.4%) の検出であり、雌個体の水底での条件が最も一致数が高く、誤検出数が低い条件となった。

4. 考 察

給餌時の加速度の高い強度の信号は、0.32 秒 (約 3 Hz) 周期前後で記録された。ズキンアザラシ⁵⁾ やトド⁶⁾ でも、それぞれ 3 Hz と報告されており、加速度の 3 Hz 以上の高周波成分は下顎の動きに対応することが考えられた。給餌以外の時間帯では 95% 以上が、-3~3 m/s² の値内に収まっていたことから、この範囲内の加速度値は口の動きが殆どない状態を示していることが考えられた。

内藤¹⁰⁾ に、水中動物の採餌に至るまでの行動は、餌の探知のあと、ストロークを伴う遊泳による餌への接近行動、視点を餌に定位、口による捕捉、そして飲み込み行動からなるとして報告されている。これを本実験でのゴマフアザラシの行動に当てはめると、イカナゴを認識し、遊泳によりイカナゴへの接近し、イカナゴに口を近づけ、口を開閉し (くわえ直す場合は複数回)、飲み込むという 5 段階のプロセスとなる。給餌実験において採餌加速度値の平均値、各給餌回での最大加速度値が、ともに水底での採餌が水面での給餌よりも高い値を示した結果は、水面での採餌と水底での採餌では、接近後に口にのけるまでの動作が異なることを示唆している。水面付近のイカナゴを捕える場合、遊泳による接近の勢いを利用して口でくわえ、そのまま丸

飲み、または頭から飲み込めるよう何回かくわえ直してから飲み込みを行うことが考えられ、これは直接の目視観察によっても確認された。一方で、水底にあるイカナゴを採餌する場合、遊泳の勢い以外の動作によって口で捕食することが考えられた。鰭脚類は頸椎を柔軟に動かせる¹¹⁾ ことから、本研究で扱ったゴマフアザラシが自身より低位置にあるイカナゴを口にのける際には、餌に定位した後に、イカナゴを水底からすくいあげる動作によって捕えることが考えられた。本研究では体軸方向の加速度を計測しているため、口の開閉に加えて体軸方向の急峻な動きである、すくいあげの動きが発生したことによって水底での採餌波形に水面での採餌波形よりも高加速度値が検出されたことが考えられた。

水面での給餌加速度値の平均値は雄個体が雌個体よりも有意に高かったが、水面での最大加速度値、水底での給餌加速度値の平均値、最大振幅値には差がなかった。そのため、水面での採餌ではあまり首を動かさないことにより、口の開閉行動による個体差が平均値の差として表れたことが考えられた。また、この個体差が雌雄差によるものであると判断できるかは、今後の課題である。

一般に、ゴマフアザラシは広食性であり、季節や海域ごとに多く生息している餌生物を捕食すると考えられている。北海道への来遊個体からはスケトウダラ (*Theragra chalcogramma*)、メバル科 (*Sebastidae*)、ドスイカ (*Beryteuthis magister*)、ホッケ、チカ (*Hypomesus japonicus*)、タコ類 (*Cephalopoda*) などの出現が報告されている¹²⁾。これらは中低層を主な生息域としている魚種であるため、水底での加速度波形は北海道に来遊する野生個体の採餌行動時に近い波形であることが考えられた。

採餌回数の推定では、80~95% 近い採餌を検出することに成功した。ウェッデルアザラシが大きな餌を捕獲する際は大きな振幅の波形が重なったものとして現れるとの報告⁷⁾ と同様に、本研究においても、採餌の際には高加速度波形が重なって現れていた。一方で、加速度値を高くすると一部、検出不能な給餌回も見られたことから、給餌位置が同じでもくわえ直し行動の有無や、アゴヒゲアザラシ (*Erignathus barbatus*)¹³⁾ やゼニガタアザラシ (*Phoca vitulina*)¹⁴⁾ で報告されているような、吸引 (Suction feeding) によって行われる採餌によってあまり口を動かさずに餌生物を飲み込んだ可能性など、食べ方の違いによって加速度値の構成が変化することが考えられた。また、採餌行動時に見られるような口の開閉と似た動きが採餌以外にも行われる場合がある可能性も示された。Viviant ら⁶⁾

はアシカが発声した時、魚以外の他の物体を咥えようとした際に採餌と似通った口の開閉加速度が検出されたことを報告していることから、本実験においても採餌行動に類似した行動があるものと考えられた。

謝辞：多忙な職務中にも関わらず、本研究に全面的にご協力頂いた、稚内市立ノシャップ寒流水族館の職員の皆様方に深く御礼申し上げます。また、毎回の調査準備および捕獲調査にご助力頂いた東京農業大学の学生諸君、NPO 法人北の海の動物センターの皆様にも深く感謝します。

引用文献

- 1) FAY, F H (1974) The role of ice in the ecology of marine mammals of Bering Sea. In D. W. Hood and E. J. Kelley (eds.), *Oceanography of the Bering Sea*. Occasional Publication 2, Institute of Marine Science, Univ. Alaska, Fairbanks, AK, 383-399.
- 2) 小林万里 (2006) ゴマフアザラシについて. アザラシ類保護管理報告書, pp.121-132.
- 3) 北海道, 北海道アザラシ管理計画, <http://www.pref.hokkaido.lg.jp/ks/skn/azarashi/H26_kentoukai2_shiryoku1-3.pdf> (最終アクセス 2015 年 4 月 9 日)
- 4) NAITO Y (2007) How can we observe the underwater feeding behavior of endotherms? *Polar Sci.* 1 : 101-111.
- 5) SUZUKI I, NAITO Y, FOLKOW L P, MIYAZAKI N, BLIX A S (2009) Validation of a device for accurate timing of feeding events in marine animals. *Polar. Biol.* 32. 667-671.
- 6) VIVIAN M, TRITES A W, ROSEN D A S, MONESTIEZ P, GUINET C (2010) Prey capture attempts can be detected in Steller sea lions and other marine predators using accelerometers. *Polar Biol.* 33. 713-719.
- 7) NAITO Y, BORNEMANN H, TAKAHASHI A, MCINTYRE T, PLOETZ J (2010) Fine-scale feeding behavior of Weddell seals revealed by a mandible accelerometer. *Polar. Sci.* 4. 309-316.
- 8) IWATA T, SAKAMOTO K Q, TAKAHASHI A, EDWARDS E W J, STANILAND I J, TRATHAN P N, NAITO Y (2012) Using a mandible accelerometer to study fine-scale foraging behavior of free-ranging Antarctic fur seals. *Mar. Mammal. Sci.* 28. 345-357.
- 9) SAKAMOTO K Q, SATO K, ISHIZUKA M, WATANUKI Y, TAKAHASHI A, DAUNT F, WANLESS S (2009) Can Ethograms Be Automatically Generated Using Body Acceleration Data from Free-Ranging Birds? *PloS One* 4 : e5379.
- 10) 内藤靖彦, 佐藤克文, 高橋晃周, 渡辺祐基 (2013) バイオロギング「ペンギン目線」の動物行動学. 成山堂書店, 東京. 206 pp.
- 11) RIEDMAN, M (1990) The pinnipeds : seals, sea lions and walruses. *Uni. Cal. Press.* 439 pp.
- 12) 後藤陽子 (1999) 北海道沿岸に來遊する鰭脚類 3 種の摂餌生態および栄養動態に関する研究. 北海道大学大学院水産研究科博士論文. 185 pp.
- 13) MARSHALL C D, KOVACS K M, LYDERSEN C (2008) Feeding kinematics, suction and hydraulic jetting capabilities in bearded seals (*Erignathus barbatus*). *J. Exp. Biol.* 211 : 699-708.
- 14) MARSHALL C D, WIESKOTTEN S, HANKE W, HANKE F D, MARSH A, KOT B & DEHNHARDT G (2014) Feeding kinematics, suction, and hydraulic jetting performance of harbor seals (*Phoca vitulina*). *PloS one*, 9 (1) : e86710.

Detection of Feeding Behavior of Spotted Seals Using Accelerometers

By

Satoru NISHIMOTO*, Takahito MASUBUCHI*, Hidenori TAKAI**
and Mari KOBAYASHI*.*.*.*†

(Received November 17, 2016/Accepted January 27, 2017)

Summary : Experiments to detect feeding behavior of spotted seals were conducted at Wakkanai Noshappu Aquarium. Accelerometers were attached to a male and a female spotted seal on their lower mandibles and a sand lance was placed on the surface or bottom of the water to compare the accelerograms when they feed. Feeding behavior was defined as the accelerogram of high amplitude of 6 m/s^2 wave reoccurring within the 0.5 second after the first wave form. Using this definition, the female seal feeding on the fish at the surface of the water was successfully detected 32 out of 40 times (80%). The maximum and the mean values of the accelerations were significantly higher when the seals were fed on the bottom of the water than on the surface. Therefore, different definition was given to the female seal feeding at the bottom by choosing the best fitted acceleration value from the accelerogram at this depth, and the movement with a high amplitude of 6.5 m/s^2 wave reoccurred within the 0.5 second after the first one was defined as the seals eating on the bottom. Using this value, 17 out of 19 (89.5%) feeding activities were successfully detected. Even though the depth was the same, some feeding activities were undetectable when the acceleration threshold was set to high. This may be due to the changes in the acceleration value caused by different feeding methods and the movement of the seal changing the holding position of the fish in its mouth.

Key words : spotted seals, in captivity, accelerometer, amplitude, feeding behavior

*Department of Aquatic Bioscience, Graduate school of Bioindustry, Tokyo University of Agriculture,

** Wakkanai Noshappu Aquarium

*** NPO Marine Wildlife Center of JAPAN

† Corresponding author (E-mail : m3kobaya@bioindustry.nodai.ac.jp)