海洋におけるは虫類・ほ乳類・鳥類*1

佐藤 克文*2

国立極地研究所

広い海洋を自由に泳ぎ回る動物の生態を調べる方法として、「負荷型記録標識」すなわちマイクロデータロガーを動物に直接装着する方法がある。産卵期のアカウミガメ成体雌を対象に進めてきた一連の研究結果を中心に紹介する。

国際自然保護連合のレッドデータブックで、絶滅の恐れのある動物にリストアップされているアカウミガメ *Caretta caretta* に対して、日本列島は北太平洋最大の産卵場を提供している。本種については、これまで主に産卵上陸中の生態については調べられてきたが、生活史の大部分を占める海にいる間の研究はほとんどなされてこなかった。産卵期に海を自由に動きまわる間のアカウミガメの生態を調べるために、マイクロデータロガーを用いた野外実験を行った。

負荷型記録標識を用いた手法の短所

マイクロデータロガーを用いることで、海洋動物の海洋にいる間の様子を知ることが出来る反面、従来の標識と同様に、回収されなければ記録が得られない点、この手法の特徴であり、欠点でもある。データロガーの装着方法および回収方法を、対象動物毎に工夫しなければならない。

アカウミガメを対象動物とする野外実験を1989年は徳島県の蒲生田岬（長さ約500 m）、1990年からは和歌山県南部町の千里海岸（長さ1360 m）で行ってきた。これらの産卵場では各個体が、1シーズンの産卵を同じ浜で複数回（最大5回）行う事が基礎調査からわかっている。産卵盛期前の6月中旬に、砂浜に上陸し産卵を行った個体にデータロガーを装着した。背甲上に装着した各種データロガーは、径18 mm、長さ115 mm、水中重量0 g、それぞれ温度・深度・照度を、1分間隔で20日間連続記録できる。側面にトンネル状の穴があいたエポキシ樹脂製のソケットを、エポキシ接着剤で背甲上に接着し、データロガーを、ステンレス線でソケットの穴に固定した。体温を測定するために、温度を記録

表1 各年のマイクロデータロガー回収率とデータロガー未装着個体の再上陸率

年	89	90	91	92	93	94	合計	未装着
装着頭数	2	2	4	3	12	12	35	66
回収頭数	1	1	4	2	7	9	24	45
回収率(%)	50	50	100	67	58	75	69	68

するデータロガーを胃の中に挿入した。鼻孔から胃までの長さに相当するナイロン糸をデータロガーよりのばし、もう一端を鼻孔より外に出し、径20 mmのボタンに結びつけて固定した。装着後は毎晩1時間間隔で砂浜をパトロールし、2週間から3週間後に再び産卵上陸した際にデータロガーを回収し、体温・水温・深度・照度記録を得た。表1に各年のデータロガー装着・回収状況を示す。データロガーの回収率は50%から100%の間となり、6年間の平均的回収率は69%であった。データロガー装着個体以外にも前肢の付け根にプラスチック製および金属製の個体識別用標識を装着した。標識調査から求めたデータロガー未装着個体の再上陸率と、データロガー装着個体の再上陸率はほとんど同じであった（表1）。アカウミガメにおいては、データロガーの装着は再上陸に影響を及ぼしていなかったと思われる。

負荷型記録標識を用いた手法の長所

マイクロデータロガーを海洋動物に用いることによって、陸上にいる間の観察だけでは決してわからなかった海にいる間の生態が明らかになりつつある。例えば、キタゾウアザラシやオサガメが最大1000 m近くの深度まで潜水することが出来る、といったことがわかるようになってきた。¹⁻³⁾

は虫類は一般に環境温度と等しい体温を持つ変温動物とされる。しかし、アカウミガメから実際に得られた記録を見ると、アカウミガメの体温は水温よりも高く、その温度差は平均して0.7℃から1.7℃であった。^{4,5)}ま

*1 Studies of Sea Turtles, Marine Mammals and Seabirds Using Micro Data Loggers.

*2 Katsufumi Sato (National Institute of Polar Research, Kaga, Itabashi, Tokyo 173, Japan).

た、50 m 前後の深度まで潜水・浮上したり（最大潜水深度は 82.6 m）、一定深度に 45 分間近く滞在して時々浮上する（最大潜水時間は 93 分）といった鉛直移動を行っていた。^{6,7)} これらの鉛直移動によって、水温は一時的に 2°C 以上変動したが、そのような時間スケールの短い 90 分以内の水温変動に対しては、体温は影響されず一定に保たれていた。⁵⁾ 一方、時間スケールが長い、数時間以上にわたる水温変動に対しては、変動の幅は小さくなるものの体温は 2~3 時間遅れて同様な追従を示した。⁵⁾

海洋動物の海の中の行動や生理的状态が明らかになってくると、今度はそのメカニズムを明らかにすることが重要となる。特に、室内では再現不可能な現象の機構を解明するためには、データロガーを用いて野外で得た複数種類の記録を解析する方法は有効であろう。陸上のは虫類には、太陽放射エネルギーを吸収することによって体温を上昇させるといった行動的体温調節を行う種が数多く知られているが、ウミガメ類の体温に及ぼす太陽放射エネルギーの影響についてはこれまで定見がなかった。マイクロデータロガーを用いてアカウミガメより体温・水温・照度記録を同時に得ることによって、太陽放射エネルギーは体温を水温より高く保つことに貢献していないことがわかった。⁷⁾ 胃内温変化の様子から、産卵期間中のアカウミガメは積極的な摂餌行動を行っておらず、その間の体重が減少していることがわかった⁸⁾。これらのことから、アカウミガメの産卵期間中の体温は、体内に蓄積されたエネルギーを用いた代謝による産熱によって、水温より高く保たれていたと思われる。

時系列的な連続記録が得られるという点は、マイクロデータロガーを用いた研究の特に重要な利点である。時系列記録が得られるために、個体毎の最高値や平均値の比較だけにとどまらず、時時刻々の移り変わりをとらえる Dynamic（動的）な解析が可能となった。アカウミ

ガメが経験した水温変動と、それに対する体温の決定機構を明らかにするために、体の大きさ・熱拡散率・発熱速度をパラメータに持つ、非平衡の熱伝導モデルを用いた数値実験を行った。熱拡散率と発熱速度が一定という条件下で、経験水温から計算した体温と、実際の体温が非常によく一致したことから、アカウミガメは生理的体温調節を行うことなく、体が大きいおかげである程度の恒常性を持ち得たと考えられる。

文 献

- 1) B. J. Le Boeuf, D. P. Costa, A. C. Huntley, and S. D. Feldkamp: Continuous, deep diving in female northern elephant seals, *Mirounga angustirostris*. *Can. J. Zool.*, **66**, 446-458 (1988).
- 2) Y. Naito, B. J. Le Boeuf, T. Asaga, and A. C. Huntley: Long-term diving records of an adult female northern elephant seal. *Antarctic Record*, **33**, 1-9 (1989).
- 3) S. A. Eckert, K. L. Eckert, P. Ponganis, and G. L. Kooyman: Diving and foraging behavior of leatherback sea turtles (*Dermochelys coriacea*). *Can. J. Zool.*, **67**, 2834-2840 (1989).
- 4) W. Sakamoto, I. Uchida, Y. Naito, K. Kureha, M. Tujimura, and K. Sato: Deep diving behavior of the loggerhead turtle near the frontal zone. *日水誌*, **56**, 1435-1443 (1990).
- 5) K. Sato, W. Sakamoto, Y. Matsuzawa, H. Tanaka, and Y. Naito: Correlation between stomach temperatures and ambient water temperatures in free-ranging loggerhead turtles, *Caretta caretta*. *Marine Biology*, **118**, 343-351 (1994).
- 6) W. Sakamoto, K. Sato, H. Tanaka, and Y. Naito: Diving patterns and swimming environment of two loggerhead turtles during internesting. *日水誌*, **59**, 1129-1137 (1993).
- 7) K. Sato, W. Sakamoto, Y. Matsuzawa, H. Tanaka, S. Minamikawa, and Y. Naito: Body temperature independence of solar radiation in free-ranging loggerhead turtles, *Caretta caretta*, during internesting periods. *Marine Biology*, **123**, 197-205 (1995).
- 8) 田中秀二, 佐藤克文, 松沢慶将, 坂本 亘, 内藤靖彦, 黒柳賢治: 胃内温変化から見た産卵期アカウミガメの摂餌. *日水誌*, **61**, 339-345 (1995).