

Geo Balazs

LIMITED DISTRIBUTION

Translation No. 36



U.S. DEPARTMENT OF COMMERCE
National Oceanic and Atmospheric Administration
NATIONAL MARINE FISHERIES SERVICE
Southwest Fisheries Center
Honolulu Laboratory
P. O. Box 3830
Honolulu, Hawaii 96812

From Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries, Vol. 33
No. 6, p. 497-507, 1967.

ON THE GROWTH OF THE LOGGERHEAD TURTLE, CARETTA CARETTA,
UNDER REARING CONDITIONS¹

By

Itaru Uchida
Himeji City Aquarium
Tegarayama, Himeji City, Japan

LIBRARY OF
GEORGE H. BALAZS

¹The summary of this report was presented at the April 1962 meeting of the Japanese Fisheries Society.

Translator's note: The abstract and titles for figures and tables are provided in English by the author and these are reproduced here without change.

Translated from the Japanese by Tamio Otsu, Southwest Fisheries Center Honolulu Laboratory, National Marine Fisheries Service, NOAA, Honolulu, Hawaii 96812, May 1979.

On the Growth of the Loggerhead Turtle, *Caretta caretta*,
under Rearing Conditions

Itaru UCHIDA

The present study was carried out to resolve the growing phases of the Loggerhead Turtle, *Caretta caretta* (Linné), which were raised from just hatch out stage to the 4.5 years old in the Aquarium, since the knowledge on the Sea Turtle is very poor today.

The carapace length, carapace width, head length, head width, shell depth and body weight were measured every month after the hatching and the data were treated by the biometrical method (Fig. 1).

The result may be summarized as follows:

1. The growth rate of the carapace length and body weight from 1.5 years to 4.5 years found to follow the logistic curve of the Robertson formula (Fig. 2, 3).

2. The relationships of the age (t year) and the carapace length (L mm) and body weight (W gr) of the Turtles are able to be expressed by the following formulae.

$$L_A = \frac{1041}{1 + \exp 1.1309 - 0.7038 t} \quad L_B = \frac{972}{1 + \exp 1.0877 - 0.7107 t}$$

$$W_A = \frac{110000}{1 + \exp 3.543 - 1.331 t} \quad W_B = \frac{91000}{1 + \exp 3.449 - 1.346 t}$$

t was calculated from 1.5 years after hatched out.

3. The growth of reared Turtles may attain 1040 mm in maximum carapace length and 110 kg in body weight, and attains the egg laying size in about 6-7 years.

4. The alternating point of growth rates $\left(\frac{dL_A}{dt}, \frac{dL_B}{dt}, \frac{dW_A}{dt}, \frac{dW_B}{dt}\right)$ was calculated as 3 years in the carapace length and 4 years in the body weight.

5. The relationships between those meristic characters were able to be expressed by the formula of allometric growth equations.

(x)	(y)		range in mm
Carapace length	Carapace width	$y^* = 0.1709 x^{1.4100}$	39-53
Carapace length	Carapace width	$y^{**} = 1.0608 x^{0.9078}$	70-740
Carapace length	Shell depth	$y = 0.4706 x^{1.0901}$	39-245
Carapace length	Head length	$y = 0.9643 x^{0.7787}$	74-740
Carapace length	Head width	$y = 1.1306 x^{0.6821}$	74-740
Carapace length	Body weight	$y = 0.0004910 x^{2.9817}$	39-740
Carapace width	Body weight	$y = 0.0004431 x^{2.9167}$	43-740

* express before inflection point, ** express after inflection point

6. An inflection point was found in the relationship between carapace length and carapace width at 57.25 mm in carapace length. It suggests the ecological or physiological changes occurring in Turtles. For example, morphological changes found in the upper jaw in the pointed end at the early growth stage (Fig. 7, Plate 1).

7. At the critical point, the proportion of body forms which were derived from the allometric growth, was able to be divide into two stages. The inherent body shape was constituted from this critical point onward.

8. The growth gradient was taken a postero anterior gradient type by the body axis. The gradient was with high values in the posterior part.

Translation follows:

From ancient times the sea turtles have been a favorite of the Japanese people. They have served as a revered symbol of longevity, and have always been a great attraction at aquariums. Before the War, the Japanese had an enterprise of releasing artificially hatched green sea turtle, Chelonia mydas japonica, in such places as the Ogasawara Islands, (1) for which plans had been developed to increase the population of the animals by developing nesting areas and sites for artificial hatching, and declaring closed seasons on turtle fishing. In Palau, with the aim of protecting the breeding animals, harvesting hawksbill turtle, Eretmochelys imbricata squamata, eggs was prohibited and further regulations on fishing seasons and minimum size were promulgated.(2) Thus, the protection and maintenance of the sea turtle resources had been an important consideration of the Japanese since prewar days.

At present there are four species of sea turtles known to occur in coastal waters of Japan.(3) Namely, these are the above-mentioned Chelonia mydas japonica, and Eretmochelys imbricata squamata [hawksbill], plus the loggerhead turtle, Caretta caretta (Linné)² and Dermocheyls coriacea schlegelii [leatherback]. Of these four species, only the loggerhead turtle is believed to come ashore to nest on the warmer beaches of Japan's Pacific coast.

Hitherto there have been very few reports on the growth or age of these sea turtles. There is, however, a general report on the loggerhead turtle by Uchiumi.(4) In this paper I have reported on the various aspects of the growth of loggerhead turtle using data obtained by rearing them in the aquarium from time of hatching through a period of 4-1/2 years. Here, I wish to express my appreciation to Professor Yoshiichi Shiraishi of the Fresh Water Research Laboratory of the Fishery Agency for providing me invaluable guidance in this study and for assisting me with revision of my manuscript; to Technical Official Yoji Kurata of the Tokyo Fisheries Experimental Station, Professor A. Carr of Florida University, Professor Fukada of Kyoto Arts and Science University, and Professor Saburo Nishimura of the Kyoto University's Seto Experimental Station, for their assistance with the literature; to Tokyo University's distinguished Professor Ikusaku Amemiya for his kind advice; and to the staff members of the Enoshima and Himeji Aquariums for helping with the collection of data.

²Recently, Nishimura (in press) reported that the correct scientific name for the loggerhead turtle is Caretta caretta (Linné).

MATERIALS AND EXPERIMENTAL METHODS

On September 29, 1957 and September 30, 1958, turtle hatchlings were collected at the sandy beaches of Bōkasaki and Kamakura in Kanagawa Prefecture. Of these hatchlings, 14 individuals successfully began feeding and survived past the year's end. These individuals were the source of data for this study.

For the calculation of the growth curves, the greatest reliance was placed on data collected from the two individuals that survived for 4-1/2 years. As a rule, the young turtles were fed once or twice a day. The food given was mainly the fresh meat of various fishes such as the aji (bigeye scad) but also included squid, clam, topshell, and other molluscs, various crustacea, and even beef liver. The turtles were fed nearly to satiation.

During the rearing period, the water temperature in the aquarium was $25.2^{\circ} \pm 1.024^{\circ}\text{C}$. Measurements taken were as shown in Figure 1, and

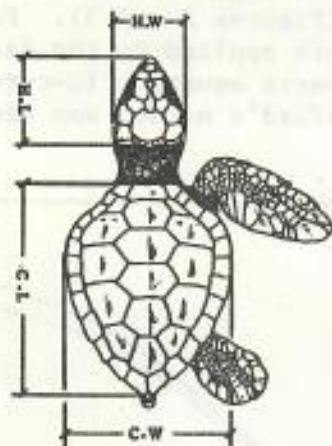


Figure 1.--Diagram showing dimensions of parts of the turtle. Head length (H.L.): From the tip of the upper jaw to the posterior margin of the parietals. Head width (H.W.): Vertical distance through the post ocular scale at its widest point. Carapace length (C.L.): Straight length from the tip of the carapace to the posterior margin of it. Carapace width (C.W.): Straight vertical distance through the carapace at its widest point in the shell. Shell depth (S.D.): The deepest point in the shell.

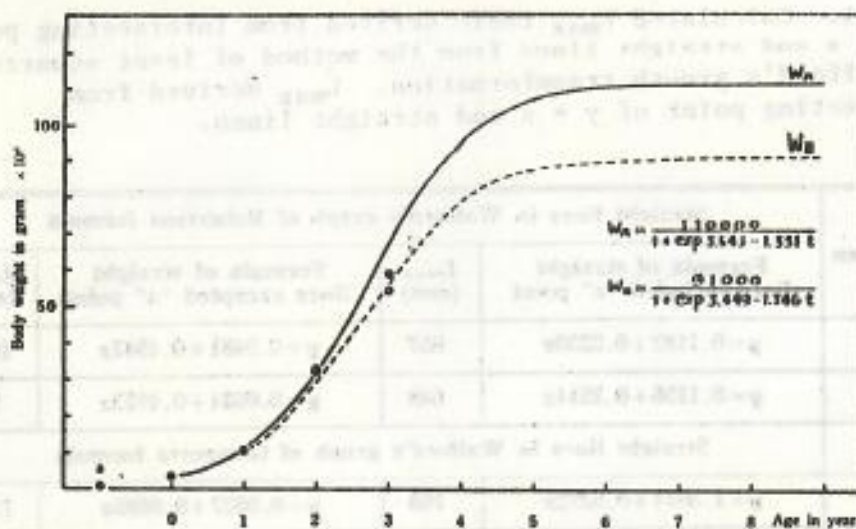


Figure 3.--Calculated growth curves in body weight of two loggerhead turtles under rearing conditions. Solid circles and dots represent the observed value. Theoretical age (t) starting from 1.5 years after hatched out. "a" shows the initial data of measurement which was removed in these calculations.

of the curves. The estimate of L_{\max} [value of L_t as $t \rightarrow \infty$] was derived from the intersection of the straight-line obtained through the least squares method and the diagonal line $y = x$ [or, $\log L_{t+1} = \log L_t$] (Table 1). The reasonableness of the L_{\max} so obtained was examined by comparing it to the largest individuals recorded to date. Also, from measurements of carapace lengths (Table 2), a graph relating the lengths to age was constructed as illustrated in Figure 4. As is clear from this graph, the B-curve is a straight line which parallels $y = x$, and does not enable the determination of L_{\max} . On the other hand, both the R-curve and G-curve do not result in single straight lines if the initial measurement data (a in Figure 4) are included, and the data fits are found to be very poor. Moreover, the L_{\max} derived from the R-curve are 657 mm and 816 mm, and these values are even smaller than the lengths of loggerhead turtles that come ashore to lay eggs or those that are caught in Japanese coastal waters (700-900 mm). These L_{\max} values are therefore clearly unrealistic.

As will be discussed later, there is considerable difference in the measurements taken within 6 months of hatching (data point a in Figure 4) and through 18 months from measurements collected later in the animals' life.

Table 1.--Calculated L_{max} table derived from intersecting points of $y = x$ and straight lines from the method of least squares in the Walford's growth transformation. L_{max} derived from intersecting point of $y = x$ and straight lines.

Specimen	Straight lines in Walford's graph of Robertson formula			
	Formula of straight lines included "a" point	L_{max} (mm)	Formula of straight lines excepted "a" point	L_{max} (mm)
Y_A	$y = 0.1182 + 0.2230x$	657	$y = 0.0481 + 0.4947x$	1041
Y_B	$y = 0.1156 + 0.2514x$	648	$y = 0.0524 + 0.4913x$	972
Specimen	Straight lines in Walford's graph of Gompertz formula			
	Formula of straight lines included "a" point	L_{max} (mm)	Formula of straight lines excepted "a" point	L_{max} (mm)
Y_A	$y = 1.3614 + 0.5272x$	758	$y = 0.9627 + 0.6885x$	1232
Y_B	$y = 1.3227 + 0.5457x$	816	$y = 1.0437 + 0.6529x$	1016

Table 2.--Source data to derive the growth curves of the two (A, B) loggerhead turtles shown in Figure 2 for the growth of carapace.

years after hatch out	A (mm)	B (mm)
0.5	80	86
1.5	254	245
2.5	410	389
3.5	583	557
4.5	740	680

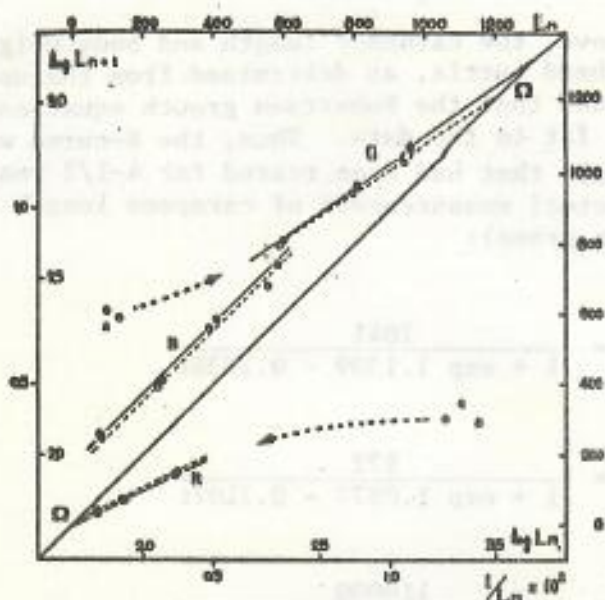


Figure 4.--Walford's growth transformation of carapace length (mm) by the formula of Robertson (R), von Bertalanffy (B), and Gompertz (G) at age $t + 1$ against age t (year) for growth of two (solid circles and dots, respectively) loggerhead turtles under rearing conditions. "a" shows the initial data of measurement which was removed in these calculations.

For this reason, the analysis was done by discarding data point a from the calculations, and using only the three remaining measurement data. When this was done, both R- and G-curves lined up virtually in single straight lines, indicating that the growth process followed a set pattern. Again, using the Walford graph, R- and G-curves were determined by the same method as described above. The calculation of L_{\max} resulted in 972 mm, 1,041 mm for the R-curve, and 1,016 mm, 1,232 mm for the G-curve. Compared to the maximum sizes of loggerhead turtles recorded thus far (an individual measuring 1,030 mm was measured by the author on June 16, 1966 off Takasuna, Hyogo Prefecture, and according to personal communication from Mr. Hideaki Nishikawa, a 15-year old individual reared at the Hiyori Aquarium in Tokushima Prefecture has attained a carapace length of 1,000 mm), it seems that the R-curve fits the data most closely.

The above tendency seems to apply as well to body weight, indicating that the Robertson growth equation (R-curve) gives the best fit to loggerhead turtle growth data.

Type of Growth Curve and Rate of Growth

As discussed above, the carapace length and body weight growth trends of the loggerhead turtle, as determined from the use of the Walford plot, indicated that the Robertson growth equation (R-curve) provided the closest fit to the data. Thus, the R-curve was constructed for the two individuals that had been reared for 4-1/2 years (individuals A and B) using the actual measurements of carapace length (L in millimeters) and body weight (W in grams):

$$L_A = \frac{1041}{1 + \exp 1.1309 - 0.7038t}$$

$$L_B = \frac{972}{1 + \exp 1.0877 - 0.7107t}$$

$$W_A = \frac{110000}{1 + \exp 3.543 - 1.331t}$$

$$W_B = \frac{91000}{1 + \exp 3.449 - 1.346t}$$

These provide very good fits to the actual data, as can be seen in Figures 2 and 3.

Next, the inflection points in the growth rates

$$\left(\frac{dL_A}{dt}, \frac{dL_B}{dt}, \frac{dW_A}{dt}, \frac{dW_B}{dt} \right)$$

were found to be 1.6 for L_A , 1.5 for L_B , 2.6 for W_A , and 2.5 for W_B , showing that for both individuals, the maximum growth rate of the carapace preceded that of body weight by about a year. This phenomenon of growth in length preceding that in weight is not unlike that in some other animals. (6) Furthermore, since the measurement made 1.5 years after hatching was taken as the theoretical age t_0 in the calculation, it is estimated that the rate of growth of the carapace achieves a maximum 3 years after hatching, and the maximum for body weight follows a year later. The carapace growth rate, at its maximum, is approximately 0.4 mm/day, while the maximum growth in body weight is approximately 61-71 g/day.

Furthermore, the carapace growth rate decreases greatly after the fifth year, and virtually comes to a stop in the seventh or eight year, as the animal approaches the asymptotic size, L_{max} . Similarly, the growth in body weight is very slow after the seventh year and approaches W_{max} in the eighth year.

The b-values for the R-curve are 0.7038, 0.7107 for carapace length, and 1.331 and 1.346 for body weight.

On Relative Growth

After J. S. Huxley, G. Teissier, and others worked on relative growth as a new field of study touching upon changes in morphology with growth, many other researchers have conducted similar studies.(7) Generally, if the two parts in the growth system are designated x and y, their relationship can be expressed as $y = bx^k$. Regarding the loggerhead turtles reared in the aquarium, the carapace length and width, carapace length and shell depth, carapace length and head length, carapace length and head width, carapace length and body weight, carapace width and body, were respectively compared for relative growth (Table 3, Figures 5 and 6). Of these various relationships examined for the coefficient of allometry k (Table 3), it is seen that growth of carapace width (namely, before the point of inflection) and body weight relative to carapace length, and body weight relative to carapace width reveals $k > 1$ (positive allometry). On the other hand, head length and head width relative to carapace length show $k < 1$ (negative allometry), indicating that proportional growth of head is slow as compared to the aforementioned three parts with positive allometry. Also, the relations of shell depth and carapace width (after inflection point) to carapace length both showed coefficients of

Table 3.--Characters in the allometric growth equation ($y = bx^k$) of the loggerhead turtle calculated by the method of least squares.

X	Y	b	k	Inflection point (mm)	Range (mm)
Carapace length	Carapace width*	A 0.1709	1.4189	57.25	39~ 53
		B 1.0608	0.9678		70~ 740
Carapace length	Shell depth	0.4760	1.0081	—	39~ 245
Carapace length	Head length	0.9643	0.7787	—	74~ 740
Carapace length	Head width	1.1306	0.6821	—	74~ 740
Carapace length	Body weight	0.0004910	2.8317	—	39~ 740
Carapace width	Body weight	0.0004431	2.9147	—	43~ 740

* Growth inflection point recognized in this relationship, A before inflection and B after inflection point.

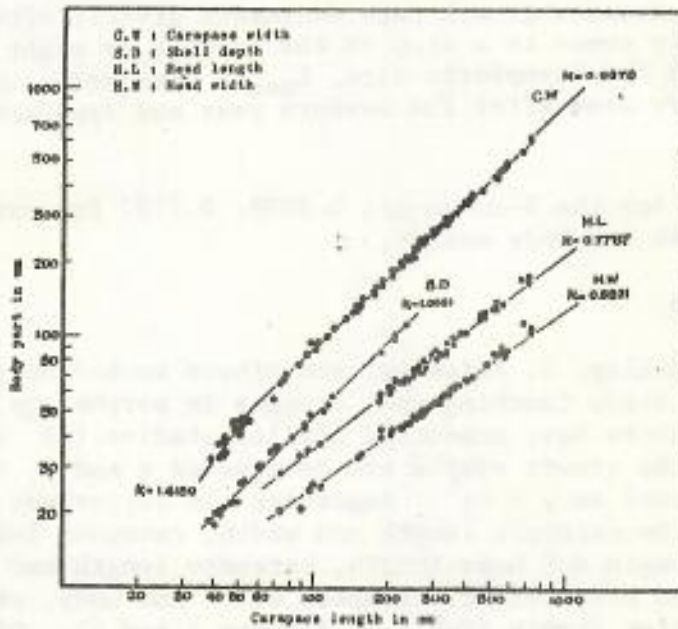


Figure 5.--Allometric growth of parts of body against carapace length in loggerhead turtle. The inflection point found in relation between carapace length and carapace width at 57.25 mm in carapace length.

allometry close to $k = 1$ (isometry). Thus, the coefficient of allometry decreases progressively as follows: carapace width to body weight; carapace length to body weight; carapace length to carapace width (before inflection); carapace length to shell depth; carapace length to carapace width (after inflection); carapace length to head length; and carapace length to head width.

Also, as seen in Figure 5, there is an inflection point at around carapace length of 57 mm in the relationship of carapace length to carapace width.

If we examine the variation in growth relative to the body axis (carapace length) as shown by the coefficient of allometry k in Table 3, it shows that the anterior parts of the body (head length and width) grow slowly relative to the carapace length ($k = 0.68 - 0.78$) whereas shell depth and carapace width show values close to $k = 1$. The growth is significantly rapid in carapace width when the carapace length is under 60 mm, attaining $k = 1.42$. These results indicate that the anterior portion of the loggerhead turtle shows relatively slower growth than the posterior portion; there appears to be a gradient in growth antero-posteriorly.

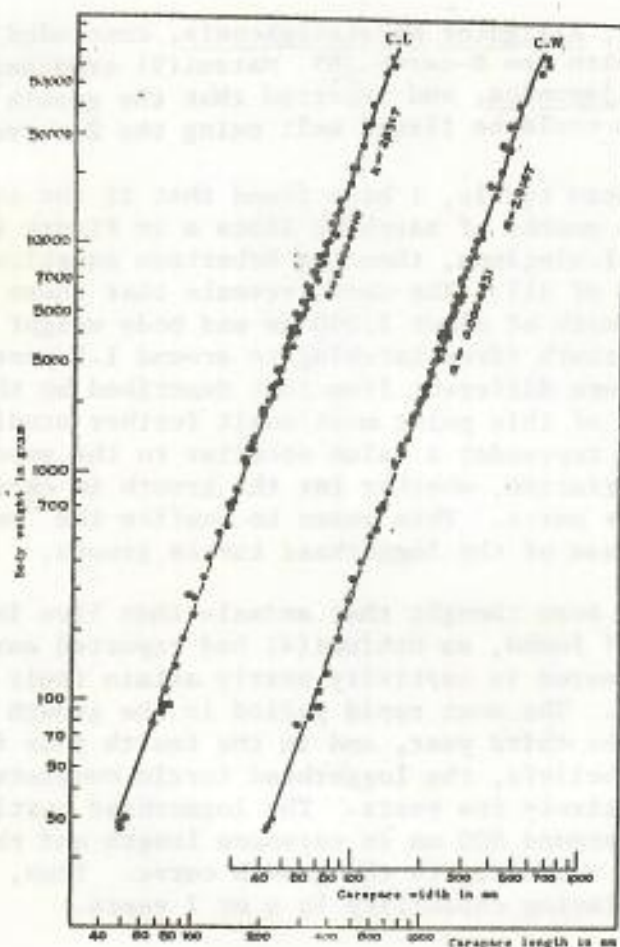


Figure 6.--Relationships between carapace length-body weight and carapace width-body weight in loggerhead turtle.

DISCUSSION

On Growth Type and the Growth Curve

Up to now there has been no study conducted on growth type or growth curve as applied to the loggerhead turtle. Regarding the growth of the loggerhead turtle, Uchiumi(4) touched only briefly on the subject. Also, Fukada(8) reported on the growth curves of the Japanese *Natrix tigrina tigrina*, *Elaphe quadri virgata*, and other insects but his growth curves fit the von Bertalanffy equation (B-type) in the early growth stage, and the Robertson equation (R-curve) in the later stages. Fukada also discussed the work of many previous workers and using their data for four species of Colubridae, six species of Crotalidae (snakes), and seven species of turtles beginning with *Malaclemys terrapin*, as well as one

species of alligator, Alligator mississippiensis, concluded that all of these could be fit with the B-curve. (8) Matsui(9) examined the growth of the terrapin, Amyda japonica, and reported that the growth in body length and body weight both could be fitted well using the R-curve.

For the loggerhead turtle, I have found that if the initial measurements taken within 6 months of hatching (data a in Figure 4) are excluded from the calculations, then the Robertson equation (R-curve) fits the growth data best of all. The curve reveals that these turtles may attain a carapace length of about 1,000 mm and body weight of about 110 kg. However, the early growth (from hatching to around 1.5 years) appears to follow a growth pattern different from that described by the R-curve, but detailed examination of this point must await further studies. Also, the b-values, thought to represent a value peculiar to the species, show very little individual variation, whether for the growth in carapace length, body weight, or other parts. This seems to confirm the "correctness" of the R-curve in the case of the loggerhead turtle growth.

Although it has been thought that animals that live long would tend to grow very slowly, I found, as Uchiumi(4) had reported earlier, that loggerhead turtles reared in captivity nearly attain their maximum size in only 8 or 9 years. The most rapid period in the growth of the carapace length occurred in the third year, and in the fourth year for body weight. Contrary to popular beliefs, the loggerhead turtle completes the bulk of its growth in a relatively few years. The loggerhead turtles that come ashore in Japan are around 800 mm in carapace length and thus are between 6' and 7 years of age according to the growth curve. Thus, the loggerhead turtle achieves egg-laying capability in 6 or 7 years.

On Relative Growth

Studies on the relative growth of sea turtles were taken up in hopes that they would contribute to such studies as the racial problems of the Atlantic green turtle, Chelonia mydas mydas, and Atlantic ridley, Lepidochelys kempfi, as conducted by A. Carr and D. K. Cardwell.(10) Also, at the prewar South Pacific Government Office's Palau Branch Office, Takahashi(11) took measurements of 141 hawksbill turtles held captive by the Palauans, and reported on the shape of the carapace as a part of a program in resource protection.

Carr and Cardwell(10) collected Atlantic green turtle of 2-25 inches, from fishing grounds close to Costa Rica and presented the following relative growth formula:

$$\log W = -2.195 + 2.87 \log L$$

where W = body weight and L = carapace length. Also, for the Atlantic ridley turtles collected near Florida, ranging in size from 10-1/4 to 25-1/2 inches, the equation was as follows:

$$\log W = -1.69 + 2.49 \log L$$

If we compare these estimates of the coefficient of allometry with the value of 2.8317 for the loggerhead turtle, it seems that the loggerhead turtle shows a value quite close to the Atlantic green turtle of the genus Chelonia. Furthermore, in the relationship between growth of carapace length and carapace width, there is an inflection point at carapace length 57.25 mm (Figure 5). Researchers in the past have discussed the inflection point in various animals, beginning with fishes, in terms of physiological and ecological factors. (12) (13) (14) It seems that the inflection point is a manifestation of some physiological or ecological changes that originate in the individuals, whether from internal or external causes, and the inflection point is a result of these changes. In the case of the loggerhead turtle, it is clear from the growth coefficient that after the inflection point, corresponding growth takes place in the length (carapace length), width (carapace width), and height (shell depth) of the body. Also, the morphological changes that occur in the upper jaw of the young loggerhead turtle (before inflection) (Figure 7 and Plate I) are quite marked. After the inflection point, the hook-shaped upper jaw gradually changes until it attains the adult shape.

Furthermore, the hook-shaped upper jaw that occurs for a while in the early stages of the loggerhead turtle is a condition that persists even in the adult stages of the Dermochelidae or Macrochelys temminckii and some others, that are considered relatively primitive among the turtles. If the morphological changes that occur in the early stages of the ontogeny of the loggerhead turtle is considered to have phylogenetic significance, it is an interesting phenomenon indeed.

Also, in relation to growth capability, the fact that the change in slope is rather abrupt at the point of inflection indicates that after this point, the various body parts begin to approach the adult form. Just as Miyao (15) showed for the Onychoda ctylus japonicus, the growth showed a postero-anterior gradient.

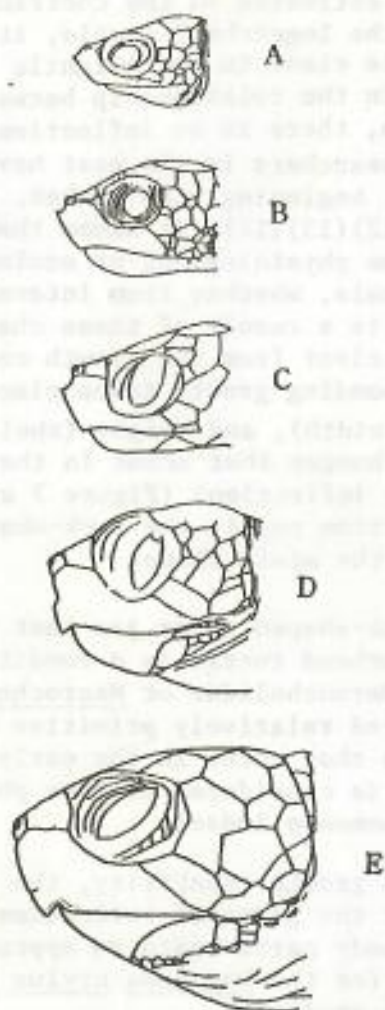


Figure 7.--Morphological changes of the upper jaw in early growth stage of the loggerhead turtle. Inflection point recognized between C and D carapace length-width relationship. A: 24 mm (before hatched out), B: 38 mm C: 45 mm, D: 65 mm, E: 110 mm in carapace length.

SUMMARY

1. The various aspects of the growth of the loggerhead turtle, Caretta caretta, reared for 4-1/2 years following hatching, were examined.
2. The growth in carapace length and body width subsequent to 1-1/2 years after hatching closely fitted the Robertson growth equation.
3. The growth in carapace length (L mm) and body weight (W g), when a point 1-1/2 years after hatching was selected as the origin, showed the following relationships for two individuals, A and B:

$$L_A = \frac{1041}{1 + \exp 1.1309 - 0.7038t}$$

$$W_A = \frac{110000}{1 + \exp 3.543 - 1.331t}$$

$$L_B = \frac{972}{1 + \exp 1.0877 - 0.7107t}$$

$$W_B = \frac{91000}{1 + \exp 3.449 - 1.346t}$$

4. Judging by the growth curves, the maximum carapace length is around 1,040 mm, and the maximum body weight about 110 kg for the loggerhead turtle. Egg laying is possible at a carapace length of around 800 mm, attainable in 6 or 7 years.

5. The most rapid growth in carapace length occurs in the third year, while for the body weight, it is in the fourth year. Thus, the maximum growth in length precedes that in weight by about a year. At the maximum, the growth in carapace length is about 0.4 mm/day; the growth in weight around 61-71 g/day.

6. Relative growth was expressed as follows:

<u>Relative growth</u>	<u>Measurement range (mm)</u>
Carapace length (x) - carapace width (y)	
(Before inflection) $y = 0.1709 x^{1.4189}$	39-53
(After inflection) $y = 1.0608 x^{0.9678}$	70-740
Carapace length (x) - shell depth (y)	
$y = 0.4706 x^{1.0081}$	39-245
Carapace length (x) - head length (y)	
$y = 0.9643 x^{0.7787}$	74-740
Carapace length (x) - head width (y)	
$y = 1.1306 x^{0.6821}$	74-740
Carapace length (x) - body weight (y)	
$y = 0.0004910 x^{2.8317}$	39-740
Carapace width (x) - body weight (y)	
$y = 0.0004431 x^{2.9147}$	43-740

7. In the relationship between carapace length and carapace width, there is an inflection point at carapace length 57.25 mm. This appears to be a point at which physiological or ecological changes take place in the animal. Accordingly, at this point, it appears that morphological changes take place to gradually change the juvenile shape into the adult form. For example, at the inflection point the shape of the upper jaw changed over from juvenile to the adult shape. Furthermore, since the juvenile shape of the upper jaw persists in adults of the more primitive turtle species, there may be some phylogenetic significance in this phenomenon.

8. Relative to the carapace length, the growth of the various body parts revealed a postero-anterior gradient. The growth capacity tended to be greater toward the posterior parts of the animal.

LITERATURE CITED

1. OGASAWARA ISLAND GOVERNMENT OFFICE.
Suisan Jihō [Fishery Report], p. 1-38, (1911).
2. NAKAJIMA, YOSHIJURO.
Suisanshi 15:145-152, (1920).
3. CARR, A.
Handbook of turtles. 542 p. Cornell Univ. Press, New York,
(1952).
4. UCHIUMI, FUJIO.
Kaiyō no kagaku [Science of the sea] 3(11):6-12, (1943).
5. YOSHIHARA, TOMOKICHI.
Rojisuchikku kyokusen ron [On the logistic curve]. 95 p.
Fushunsha, Yokosuka, (1951).
6. SHIRAIISHI, YOSHIICHI.
Tansuikenhō [Report of the Fresh Water Research Laboratory]
10(3):1-256, (1960).
7. SHIMIZU, MITSUO.
Sō-tai seichō [Relative growth]. 269 p. Kyōdo Isho Shuppansha
[Co-operative Medical Report Publishing Company], Tokyo, (1959).
8. FUKADA, H.
Bull. Kyoto Gakugei Univ., Ser. B(17):16-40, (1911).
9. MATSUI, ISAO.
Suisanshi 36(11):193-197, (1941).
10. CARR, A., and D. K. CARDWELL.
Novitates No. 1793:1-23, (1956).
11. TAKAHASHI, KEIZO.
Kagaku Nanyo [South Seas Science] 5(7):32-34, (1938).
12. MARTIN, W. R.
Univ. Tront Studies, Biol. Ser 58, p. 1-72, (1949).
13. DOAN, K. H.
Copeia (2):81-87, (1939).
14. SATO, R.
Tohoku J. Agric. Res. 11(2):41-48, (1952).
15. MIYAO, TAKEHIKO.
Igaku to seibutsugaku [Medicine and biology] 41(5):204-205,
(1956).

Plate I



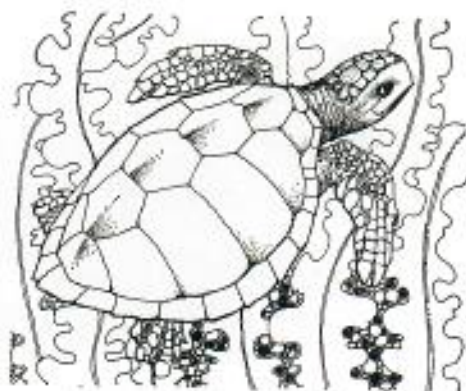
Explanation of Plate I.

Morphological changes of the upper jaw in the early stage of the Loggerhead Turtle. The prominence of tip of the upper jaw which go down to the lower most. The upper most figure is 20 days after hatched out and 45 mm in carapace length. The middle figure is 5 months after hatched out and 65 mm in carapace length. The lower most figure shows the absorption or bending down of prominence in the lower most part of the tip in the upper jaw 8 months after hatched out and 110 mm in carapace length.

LIBRARY OF
GEORGE H. BALAZS

姫路市立水族館
資料 No. 2

ウミガメ



内田 至

《 どうぶつと動物園 》

1970年7月号抜刷

Reprinted from "Animal and Zoo"
July, 1970 pp 232~233

日本の近海に出現するウミガメ類については古くから4種類と考えられていましたが、最近の研究で5種類のウミガメが回遊してくることがわかりました。

つまり、アカウミガメ *Caretta*、アオウミガメ *Chelonia*、タイマイ *Eretmochelys*、オサガメ *Dermochelys*、ヒメウミガメ *Lepidochelys*、です。

これらの中、日本の太平洋岸では千葉県ぐらゐまでの温暖な地方の砂浜に、毎年5～8月にかけて上陸し産卵するのはアカウミガメです。また、アオウミガメは、日本では小笠原諸島が産卵場として知られています。タイマイ、オサガメ、ヒメウミガメはいずれも前記の2種に比べて日本近海への出現数は少なく、ヒメウミガメは今までに3個体が確認されているにすぎません。そして、これらのウミガメの日本列島への出現の状況からも、海洋における生態の一端がうかがえます。つまり、アカウミガメはこれら5種類のウミガメの中で最も北に分布する種で、亜熱帯、温帯域のカメといえるでしょう。そして、アオウミガメ、タイマイ、ヒメウミガメなどは、より暖い海域を好み分布も熱帯～亜熱帯域が中心です。

以上4種類のウミガメが全て堅い甲におおわれているのに比べて、オサガメは革ガメ (Leatherback Turtle) と呼ばれるように、小さい骨片がモザイク状に多数、革のようにすべすべした皮ふの中に埋没しやわらかい甲をつくって

います。海洋における分布も、その強い游泳力にものをいわせて、熱帯海域を中心に広く、形態もほかの4種類のウミガメに比べて、最も海洋の生活に適応しています。

ウミガメの飼育

ウミガメは変温動物ですから、周囲の環境に体温が左右され、その上、全て暖海性の動物であるため、冬季の水温や気温に注意する必要があります。私達の水族館では、周年飼育水温を24～29度C程度に調節して飼育しています。

ふ化直後の子ガメは1～2日たつとすぐえさをたべはじめるのでこの時充分にえさを与えることが大切です。しかし、生まれたばかりの子ガメは潜水能力がほとんどないので、えさを与える時に水深を3～5センチ程度に浅くして、底に沈んだ

えさがたべられるようにします。

えさを与える回数も、はじめは1日3～4回と回数を多く与えた方が成長のバランスもとれ生残率もよいのです。成長に差ができると、力の弱い小さいものはえさがとれずますます衰弱してゆくの、グループの中での選別が必要です。しかし、こんなこともふ化後5か月ぐらゐまでで、その年の冬を無事にこせば2年目の冬からの飼育はずっと楽になります。

ウミガメはほとんどの種類が肉食性であり、アカウミガメは新鮮な魚肉や貝、イカなど軟体動物の肉を好んでたべるので、骨や内臓がついたまま与えます。そして、時に応じて海藻類(ワカメなど)をえさの中にきざみこんだり、日光

ウミガメ

内田 至



アカウミガメの成長、上から8か月甲長130ミリ
1年7か月280ミリ、2年9か月490ミリ
Growth of the Loggerhead

世界の海にすむ代表的なウミガメが全て現われます。

浴などもさせます。えさの量は水温にもよりますが1日当り体重の2～5%が大体の目安になります。また、同じ種類を飼っていても、お互いに足をくわえたりかみ合うこともしばしば見られますが、これがもとで死ぬようなことは余りありません。ただしきずがあるとその部分をしっかりと攻撃して足をかみ切ってしまうこともめずらしくありません。

かつて私達の水族館では、2歳のアカウミガメ(甲長30センチ)を親ガメといっしょにしたところ、2頭がつぎつぎと頭をかみくだかれたことがあります。そのため、大きさの違う個体の飼育には注意が必要です。

アカウミガメやアオウミガメに比べて、神経質なのはタイマイです。このカメの胸(腹甲)はほかのカメに比べて大きく凹んでおりそれに加えて小さな頭や細く突出した口などいかにも弱々しく見えます。そして、揃かくしたタイマイがえさをたべるようになるまで、前記の2種類に比べて一番日数がかかります。

また、このカメは熱帯地方のリーフや岩礁に生活しているもので、水槽でサンゴの破片をついばんだりしているようすはほかのウミガメでは余りみられない習性です。

オサガメは海洋生活者としての適応がいちじるしいためか、成体を長期間水槽の中で飼育した例は全くみられず標本でしか見られないのは残念です。しかし、ふ化直後の小ガメを2年間近く飼育し2フィート(約60センチ)に成長させた例もあるので、飼育できる望みもありそう

です。

ウミガメの成長

小ガメを飼育していると、その成長の早いのに驚かされます。もともと、はちゅう類のように長命な動物の成長は一般におそいと考えられていましたが、飼育したアカウミガメの成長は意外に速く、7～8年で産卵に上陸する親ガメ

(85～97センチ程度)と同じくらいになります。

(前頁の写真参照)

かつて、徳島県の日和佐水族館でふ化して飼育したアカウミガメが10年で親ガメの大きさに成長し、15年目ごろから生殖行動を示すようになった観察例があるので、大きさが親ガメと同じになっても、生殖能力をもつまでには一定の年数が必要なようです。

また、体の各部分(甲長、甲幅、体高など)の長さの比を成長とともに測定して調べてみると、

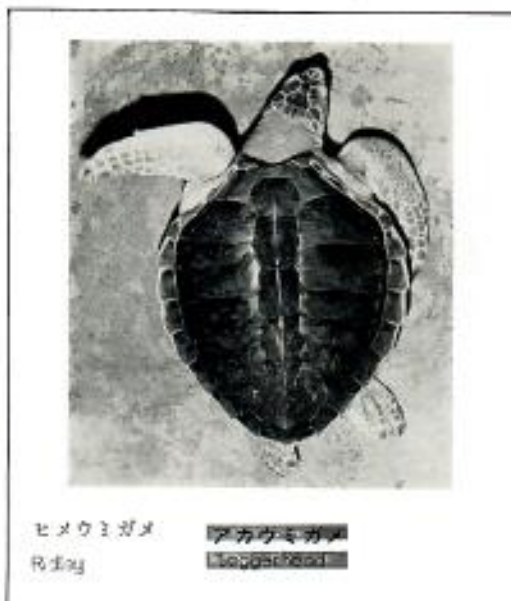
甲長6センチ程度から各部分の成長の比率は一定になり、ちょうど小さな箱がそのままの形でふくらんでゆくような成長をします。

おわりに

ウミガメの生態、とくに海洋における生態は不明な点が多く、ほとんど空白のまま残されています。

小笠原のアオウミガメは減少しており、徳島県や高知県などアカウミガメの産卵地では、県条例などでウミガメの保護を始めました。ウミガメに対する強い保護と、未知の生態の究明が急がなければならないのです。

(姫路市立水族館長)



LIBRARY OF
GEORGE H. BALAZS

*Dear Mr. George Balazs
With the compliments
of the I. Uchida*

姫路市立水族館
資料 No. 3

オーストラリアのタイマイ養殖
Turtle farm industry in Torres Strait

Itaru Uchida
Himeji City Aquarium

Reprinted from KAGAKU ASAHI: Monthly Journal of Science Jan. 1974

No 394 pp 14-17

《科学朝日》

1974年1月号抜刷

べっ甲用に

タイマイ養殖

—豪州で原住民が事業化へ—



1年半の飼育で大きくなったタイマイを、誇らしげに見せるサンゴ礁ステッフェンス島の村長さん。



やーい、えさの時間は、まだなのかーい！

オーストラリア・クィンズランド州のトレス海峡に点在するサンゴ礁の島々で、海ガメの1種タイマイの養殖が始まっている。

タイマイのこうらは、べっ甲の原料。くし、眼鏡のふち、カフスなど高価な装飾品になるので、オーストラリア政府の音頭取りで、原住民たちが事業化に1歩を踏み出したのである。

先ごろ、私が訪れたときには、30の養殖施設(ファーム)で約8000頭を飼育していたが、行く行くは1200ファームを増やすことを目標にしている。

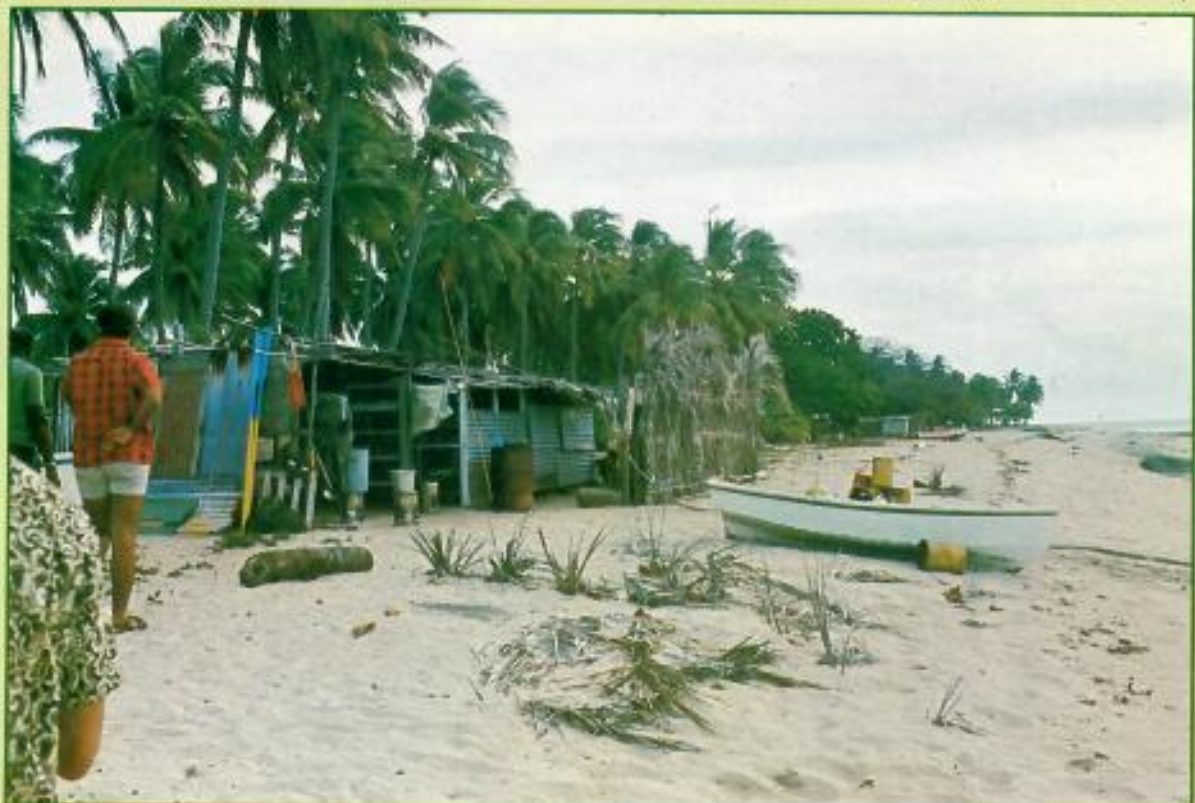
現在、世界中で人間に殺されている海ガメ類は、年間100万頭に達すると推定されている。欧米で

はアオウミガメをスープやステーキにする。1973年2月、ワシントンで開かれた野生動植物の保護条約会議で、大西洋の海ガメのうちで、とくにべっ甲の原料として重要なタイマイは、国際的に商取引を禁止することが決まった。また太平洋のタイマイ、アオウミガメ、アカウミガメについても、輸出国の許可証が要ることになり、海ガメ類の衰亡はやっと国際的な問題として取り上げられることとなった。

人工ふ化、人工養殖は資源維持の積極策の1つとして、今後、重要になってくるだろう。

写真と文・内田 至(姫路市立水族館長)

浜に建てられたウミガメ養殖場。(タートル・ファーム)





ブリキでできたタンクの中で育つタイマイの赤ちゃん。砂の中でふ化してから約4カ月で、甲長は約10cm。たいへんないたずらっこだ。



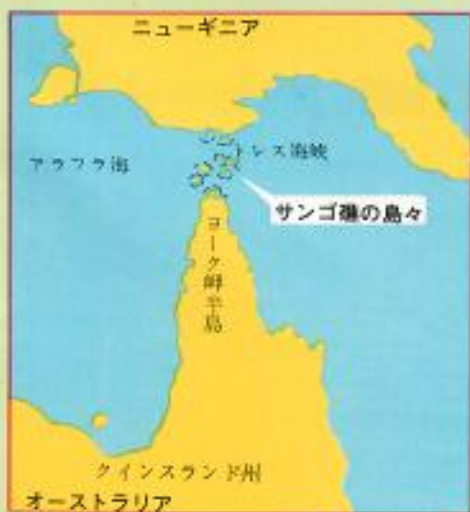
ファームの中は超過密。でも原住民たちのゆきといた世話で、病気が知らずに成長する。



うまい木陰さえあれば、養殖の立地として十分。水の交換やえさ集めは人海戦術で当たるので、どんどんファームが増やせる。



タイマイは成長が早い。1年半で35kgほどになる。と、こんどは金網のかごに入れられ、海中で養殖される。



毎晩、ファームの持ち主と指導者ロバート・バスタード博士（向こう側の中央）が会合して、技術上の問題点などを熱心に話し合う。博士の右隣りは筆者。



LIBRARY OF
GEORGE H. DALAZS

Dear Mr. George Balazs
With the compliments
of the S. Uchiida

ウミガメの保護

内田 至

どうぶつと動物園

1974年3月 第26巻 3号 別刷

Reprinted from "Animal and Zoo" 1974
vol. 26. No. 3 pp 20-23



ウミガメの保護

—東南アジアの旅より—

内田 至

世界でもっとも大きく成長するウミガメ—オサガメ—
Leatherback Turtle In Trengganu Malaysia.

昨年2月のことです。ワシントンで“絶滅の恐れのある動植物の国際取引に関する条約”というながい名前の国際会議が開かれました。この席上、ウミガメ類はクジラやワニなどと同じように、やっと国際的に保護の手が差しのべられることになったのです。

現在、世界の海洋で人間が殺しているウミガメ類は年間100万頭と推定されており、ウミガメ卵の採取は、ボルネオのサラワクだけで6年間に300万個も食べられています。卵の消費は地球的規模で考えると、ちょっと私たちの想像をこえる量が毎年消費されていると思われま

す。私は昨年夏、東南アジア、オーストラリア、ソロモン、フィジー諸島などのウミガ

メ類の生態調査をする機会に恵まれましたので、訪れた国々の中から、実際にワーデン（動物保護官）たちと行動をともにした、マレーシアとインドネシアのウミガメ保護の一部をご紹介します。

☆

マレーシア

今から20年ほど前です。当時シンガポールのラッフルズ博物館にいた動物学者のトゥイーデー博士は、マレー半島の東海岸に大きなウミガメが上陸するらしい……という話を聞き、その詳細を調べるためトレンガン州を訪れました。

調査に先だって、市場で売られているウミガメの卵を調べた結果、それらの中にひときわ大きな卵があることに気がつき、オサガメの産卵場のあることが明らかになりました。ト博士は、このオサガメの産卵場を学会に報告した際、末永く十分に保護する必要があるのではないかとのべています。



Conservation of Sea Turtle,
by I. Uchida, Himeji Aquarium.

私がそこを訪れたのは、8月も半ば、オサガメの産卵も盛期をすぎたころでした。それでも、毎晩7、8頭の大きな真黒いポートのようなオサガメが上陸してきました。

現在、マレーシアでは、州政府の管理の下で、産卵場の中心地のアバンにオサガメの人工ふ化場を造っていました。そこには、ふ化場の管理人が1人と、産卵場とウミガメを保護するワーデンが4人配置され、産卵期間中はずっと毎晩徹夜で海岸をパトロールし、産卵を保護し、卵の密漁の防止やふ化場への移植を熱心に行っていました。

私も海岸で2晩、ケーケーと鳴くヤモリの声を聞きながら徹夜し、彼らの作業を見せてもらいましたが、上陸してきたカメの測定、標識の装着、産卵数の確認、卵の移植、観光客の規制、密漁者の監視から、ふ化子ガメの放流など彼らの仕事はなかなかたいへんな重労働です。海岸といっても、オサガメの上陸する海岸は、とても広い範囲におよんでおり、その中心とみられるアバン村の南北4マイルの砂浜を4人で分担しているようでした。

2日目の晩がちょうど土曜日に当たっていたため、産卵を見ようとして、ものすごい数の見物人が夜中の海岸に押しよせてきたのには、少なからず驚きました。ここでもウミガメの産卵風景が観光の材料にされていて、いずこも同じ……という感を強くしました。

案内してくれた州の水産局長さんは、観光客対策は今後の大きな問題になるでしょう……と語っていたのが印象に残っています。人が集るところには因循や場所に関係なく夜店や屋台が出る……というのは、どうも世界共通の現象のように思いました。ここアバンの砂浜にも、いろいろな物売りが現れます。野生の果物売り、一せんめし屋、アイスキャンデー屋さんは、かつての日本と同じようにチリン、チリンを鳴らしています。

一ばん不思議に思ったのは、いっしょうけんめいに保護しているオサガメのゆで卵を、ふ化場のフェンスに寄りかかった女性が、「ゆで卵はいかが……」と売っていることでした。この



オサガメのふ化場

年間7～8万卵を保護し、5～6万の子ガメを放流している

(写真はすべて筆者撮影)

Hatching of Leatherback Turtle in Trengganu Malaysia.

ちぐはぐな、しかも余りにも堂々とした商売風景には驚かざるを得なかったのです。よく理由を尋ねてみると、産卵場が余りにも広大であり、その一部は入札制にして卵の採取を許可しているとのことでした。

また、原住民たちがオサガメの卵を食用にする習慣は古くからあって、蛋白質としても重要であるため、今すぐにこの習慣を止めさせられない……ということや、産卵時期のおそいものは、ふ化するまでに台風季にはいるため、高潮によって冠水して死んでしまうので、これらは場所や日を決めて採らせているようでした。

それでもワーデンたちの努力で、このふ化場では年間7、8万個の卵を保護し、ふ化放流事業を行ないオサガメの資源保護につとめていました。

インドネシア

主都ジャカルタの近郊のボゴールには、有名な熱帯植物園の他に国立の農業大学もあります。

この水産学部を訪れてウミガメの話をしているうちに、東部ジャワの動物保護区 (Meru Betiri 野生動物保護区、約 50,000 ha) のスカマ



砂浜にカメの絵をかいて上陸する種類を推定する ジャワ島の保護区にて、
右端はワーデン

A landing place in Java, Sukamads, Indonesia.



オサガメの“ゆで卵”を売る女性（バックはふ化場） 4個100円だった
Woman selling steamed eggs of Sea Turtle.

デ (Sukamade) の海岸には、インド洋に分布するウミガメのうち4種のもが産卵に上陸するらしい……という情報を得たのです。もちろん、そこにはいるには許可証がいりますので、

自然保護局に行き、ジャワ島東部のパニユワギにある出張所長さん宛の紹介状をもらい、バリ島経由ではいることになりました。

パニユワギの出張所で用意してくれたランドローバは、出発後40分で早くもハンドルの故障で、とてもジャングルの奥深い保護区まではいけないことがわかり、途中の街でチャーター車を探すのに苦労しました。

とにかくゆったりしていて、私たちのようにせかせかしていない国民性には返って学ぶところが多くあったようです。

途中橋のない3本の川を渡り、コーヒーの花が満開で甘っとろい香りをいっぱい漂わせたコーヒー畑をいくつも通り抜け、現地に着いたのは、パニユワギを出て8時間後、夜9時を過ぎていました。

早く海岸に出てみたかったので、部落で小休止後、海岸まで30分の道を夜中のジャングルへと再びはいたのです。保護区になっているためか動物が多い

でしょう。自動車のライトに照らし出されて、ときどき獣の目がキラ、キラとやみの中で光ります。そのたびに運転手は大声をあげて説明してくれるのですが、現地のことばでさっぱ

り分かりません。

間もなく前方に星がキラキラと見えはじめ、密林が切れたら大きな波の音が聞こえてきました。海岸に出たのです。しかし真暗やみでよくわかりません。私は海岸の地形を知るために日本の海岸で調べているやり方で砂浜に沿って歩きはじめました。

暗くてよくわからないのですが、とても長大な砂浜で直接インド洋に面しているためか波浪が高く、5、6メートルの大きな波が白い波頭とともに大きな地鳴りのような音をたてて押しよせてくる様子は、地形がよくのみこめない夜中の海岸だけに不安でした。

暗やみで目をこらすと、はるか遠いやみの中で、ときどきライトが点滅します。こんな辺りな寂しい海岸に誰がいるのだろうか……と考えながら、私はライトが光ったやみに向かって急ぎました。しばらく歩いた後、やみから現われたのはワーデンでした。訪れる人も少ないジャングルの奥深いこんな海岸で、彼らはいっしょうけんめいにウミガメの保護のために働いていたのです。

このスカマダの海岸には4人のワーデンがいて、1年中、毎晩砂浜をパトロールしながら、産卵に上陸するウミガメの頭数を調べ、産卵数やふ化率などの調査をしていました。

この海岸にはバリ島方面からときどき密漁者が現われることや、産卵中のウミガメの卵をたべにトカゲの仲間 (Biwak と呼んでいた) やムサング (Musang) と呼ばれる猫科の動物がジャングルから出てくる……とのことでした。

その夜は新しいアオウミガメの足跡を発見しただけで、翌日再びこの海岸で徹夜をする計画で部落へ帰ったのです。

次の日の昼間、昨夜私が腰をおろしていた付近には、少なくとも前肢と後肢の間隔が50センチはあるトカゲの足跡が無数にあり、ムサングの足跡もそこら一面についていたのには驚きました。砂浜にウミガメの絵をかいたり、身振り手振りで調べた結果、どうやらアオウミガメのほかにオサガメが産卵上陸していることがわかったのです。

また、つい1週間ほど前には、ワーデンの1人が自宅に帰る途中、ハリマオ (トラ) にバッタリと出会い気絶した……とのことでした。ワーデンの1人はハリマオが見たければ、ここから1時間も行けばいつでも見られると聞いておりましたが、この保護区はハリマオの保護区でもあったわけです。

☆

あとがき

ダーウィンはビーグル号航海記の中で、ガラパゴス諸島で観察したゾウガメ (*Testudo nigra*) の歩行速度を特速360ヤード (約330メートル) ぐらいだったとのべています。

私も日本に産卵にやってくるアカウミガメが、産卵のために陸上に這い上ったときの移動速度について、いろいろの場所で測定したことがあります。その結果、アカウミガメの移動速度は、だいたい時速180~400メートルでした。これは秒速に直すと10センチ内外の速さです。まさにウミガメは歩みのノロイ動物の筆頭です。カメ類のこのおそい歩行速度は、いったい私たちに何を語りかけているのでしょうか。

このことは、彼らの生も死もすべてがわれわれの手中にある……ということと同じ意味を持つのに他ならないのです。もし、アルダブラやガラパゴス島のゾウガメの逃げ足がもう少し速かったら、少なくとも彼らの衰亡の歴史も変わっていたと思うのです。

私はジャワの保護区の海岸で、夜明けとともに砂浜をとぼとぼと朝もやの中に消えてゆく、4人の貧しいワーデンたちの後姿をながめながら、彼らをして365日、休みなく夜中の海岸でウミガメの保護に当らせているものは、いったい何なのか……と考えると同時に、彼らの国よりはるかに恵まれ、高いGNPと空前の繁栄をおう歌するわが国で、なぜこの半分のことすらもなし得ないのか……という大きな疑問を感じないわけにはゆかなかったのです。

(姫路市立水族館)

... ..

... ..

... ..

... ..

... ..

... ..

... ..

... ..

... ..

... ..