

マレーシア, Bera 湖における魚類の日周期活動と食性の関係*

白石 芳一・水野 信彦・永井 元一郎・吉見 允利・西山 孝一

(1972年8月13日受理)

Studies on the Diel Activity and Feeding Habit
of Fishes at Lake Bera, Malaysia

Yoshikazu Shiraishi, Nobuhiko Mizuno, Motoichiro Nagai,
Masatoshi Yoshimi, and Koichi Nishiyama

Sponsored by International Biological Programme, a survey was made in 1970 and 1971 on Tasek Bera region, central Malaysia for the biological productivity (terrestrial and aquatic). The survey concurrently included limnological study of the Lake Bera covering fish biology and general hydrobiology, which was conducted especially in February, March-June and October-November, 1971. The lake, a "black water" swamp ecologically, develops about 30 km along the River Bera, a tributary to the River Pahang pouring into South China Sea, and expands by inundations 0.5-5 km in its width over the wet marsh of rain forest (Fig. 1). The bottom of the lake, sounding 1-2 m deep, is mostly vegetated by 3 types of emergent and submerged plants and only partly left open. The fish fauna of the lake was studied by the collection using several types of gears and was found to include 70 species in 45 genera (Table 1). The incidental collection of fishes in the waters adjacent to the lake contained another 59 species in 35 genera, which recorded up to data from the region the total of 105 species in 57 genera falling under 25 families.

The diel rhythm in the moving of fishes in the water was studied by setting 7 units of gill-net (Fig. 1) which were hauled periodically for the checking of fishes caught. The study was conducted in 3 seasons as above. Assuming that the number of fishes gill-netted by unit gear indicates a relative activity in their moving, the 15 species in the total of 21 species encountered were divided into 2 groups. Fishes comprising 6 species are more active during daytime than in nighttime and the other represented by 9 species show the opposite activity, the former group categorized "diurnal" and the latter "nocturnal" in diel periodicity (Table 2).

On February 11 and 12, the same 7 units of gill-net were operated for 24 hours, and the catch was checked in every 2-hour interval, thus, producing the total of 861 fish represented by 21 species (Table 3). Among these, 6 species were diurnal, 9 species were nocturnal and the rest were not classified because of their small number in catch. Analyzing the data thus obtained, it is noted evident that the fish population if treated as a whole shows moving activity is twice a day, i.e., in twilight (16:00-18:00 hours) and in dawn (06:00-08:00 hours), and vesperal activity is nearly twice vigorous than the auroral. Collectively the population may be called crepuscular in moving activity. However, it is further noted that the mode of twice-a-day activity differs between diurnal species (Fig. 2) and nocturnal species (Fig. 3) In diurnal species the activity falls closely on zero level during nighttime or between auroral and vesperal activities but it is held continuously during daytime although much less vigorously than in crepuscular periods, whereas, in nocturnal species the activity comes to stand-still during daytime but it is kept continuously with some fluctuation during nighttime. It appears highly significant to find that the diurnal species move more actively during crepuscular period than the nocturnal species.

Stomach content was examined on 9 species collected in February, and the number of food organisms found in all the stomachs examined was counted. Six species among them, regardless

* 淡水区水産研究所業績 No. 305

of their diel activity, highly depend on insect larvae and pupae dominated by chironomid and ephemeropterid, which will indicate the insect larvae occupying an important food resource for the fishes in the water. Also shown by 4 species (Figs. 2, 3) that the diel activity of the fishes is interacted with their feeding behavior, since these two activities well correspond with each other whether in diurnal or nocturnal species. In this connection it was discussed that the crepuscular (bimodal) activity shown by fishes or predators does not correspond to the emergence of the aquatic insects or preys which takes place only once a day, or, such a correspondence may not be a key to the adjustment in efficacious feeding of the fishes.

Study on stomach contents further raised questions awaiting answers. For example, *Osteochilus spilurus* (43 specimens examined), *O. hasselti* (5 specimens), and *Labiobarbus* sp. (6 specimens), all of which are believed herbivorous on account of their long, coiled intestines, presented in the most cases void stomachs. A small shrimp, *Cardina thambipillai*, is populated densely in the water so as to indicate its leading role in the food chain. But this shrimp was not found substantially in the stomach of fishes excepting *Notopterus notopterus*, a typical nocturnal species.

[Freshwater Fisheries Research Laboratory, 399 Miya, Hino-shi, Tokyo, (Y. S.); Faculty of Science, Ehime University, 3 Bunkyo-cho, Matsuyama-shi, (N. M.); Department of Biology, Osaka Kyoiku University, Tennoji-ku, Osaka-shi, (M. N., M. Y., and K. N.), Japan]

はしがき

筆者等の1人白石は従来主として冷水性魚類の日周期活動について調査を進めて来たが、温度、照度などの環境条件がわが国とは違う熱帯地域の魚族がどのような日周期活動をするかについて関心を持っていた。

たまたま IBP「生物圏の動態」の陸水部門において、マレイシア中部高原の湿原滞水 Bera 湖の調査を実施することになり、その一環としてそこに生息する魚族の日周期活動について調査する機会を得たのでその結果を報告する。

調査方法

Bera 湖はマレイシア国の中央部を東に流れる当国最大の河川 Pahang 河へ流出する Bera 川の源流をなし、長さ 30 km にわたり幅 0.5~5 km に振幅している河川状の滞水で複雑にいらこんでいる。北緯 3 度、海拔高度約 30 m、周囲の原始林から流出する支流に涵養されている湿原沼沢で、水は褐色を呈し、カルシウムは痕跡的で、やや酸性のいわゆる“black water” (Johnson 1967) であり、一見挺水植物の繁茂する湿原滞水という印象を受ける (Fig. 1)。

著者らの調査した部分は、広大な Bera 湖の中央部よりやや南よった Fort Iskandar であった。

この植物相は、アンペラソウ *Lepironia articulata* を優占種とし、所々に *Utricularia* sp. の群落が見られ、その内を植物の生えていない open water が河川状に流れている。周囲の原生林と滞水との境界域にはヒメヌマタコ *Pandanus hericopus* が繁殖している。

本調査では *Lepironia* 水域、*Utricularia* 水域および open water に各一地点を選び、各水域の境界すなわち open water と *Lepironia* および *Utricularia* の分布境界域にそれぞれ 2 反ずつの混合刺網を設置して (Fig. 1)、そこに生息する魚族の日周活動と摂食活動の日周性との関係を調べた。しかしながら今回の調査結果では、これら植物群落と魚の行動との関係はつかめなかった。

使用した刺網は比較的広範囲な大きさの魚をむらなく採捕できるといわれている 1.5, 2.0, 3.0, 4.2, 5.8 cm の目合の網を特製して使用した。

この刺網によって 1971 年 2 月 11~12 日には白石・永井・吉見が 2 時間毎の漁獲調査を行ない、同年 3 月より 7 月まで毎月 1 回永井が夕方から翌日の夜半まで 4 時間毎の漁獲調査を行なった。その後水野が 10 月 22~25 日、11 月 6~9 日、27~30 日の 3 回にわたり昼夜別の試験採捕を行なった。なお、いずれの試験採捕も昼夜の境を 6 時と 18 時とした。

採捕した資料は日本に持ち帰り、体長、体重を測定し、全期を通じた漁獲物は魚相の解析資料に、また時間別漁獲物については全期を通じ夜行性昼行性魚種の解析資料に、また 2 月の漁獲物は、各種類ごとに胃内容物の個体数を記録し、夜行性および昼行性魚種の行動解析の資料とした。

なお、摂餌活動の調査方法にはいろいろ考えられるが、本報告では摂餌個体数をもって摂餌活動の標示とした。

以下の記述がは資料の出所が煩雑にならないように、各項目ごとに簡単にふれることにした。

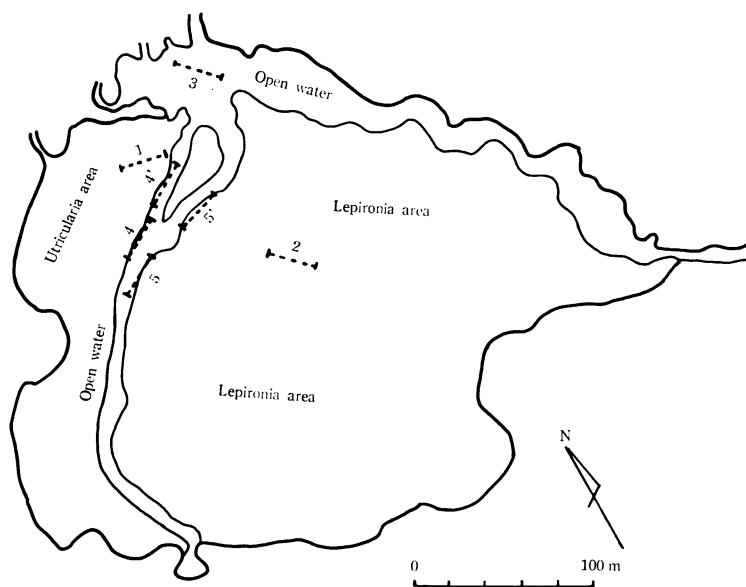


Fig. 1. The Lake Bera, a "black water" swamp, showing the open water and the areas vegetated by 3 types of emergent plants and the setting position of 7 gill-nets in February, April and November, 1971.

調査結果

1) 魚相について

1971年2月より11月までの間、前記混合刺網をはじめタモ網、曳網などにより昼夜にわたり試験捕獲した。調査地域は Bera 湖の一部ではあるが Bera 湖を代表されると思われる部分であること、また上記の種々の漁獲法を用いたこと等から、採集標本は Bera 湖の魚相の大部分を代表しているものと考えられる。

しかしながら Bera 湖につづく Pahang 川の調査は 1 回のみであったことから、全河川の調査をさらにくわしく行なえば同水系の魚相はさらに豊富になるものと思われる。

魚種の査定は主として Smith (1945) により査定し、Tweedie (1954), Alfred (1963) も参照したが、不明なものは National Museum of Singapore の Mr. E. R. Alfred の査定に従った。

今回、Bera 湖から記録された魚種は第 1 表に示すように 45 属 70 種であり、Bera 湖の下流およびその支流からは 35 属 59 種、合せて 57 属 105 種が発見された。

従来 Tweedie (1952), Brittan (1954), Alfred (1964) 等によって Bera 湖で記録されたものは 14 種で、このうち 8 種は確認されたが、*Rasbora myerii*, *Tor clouermis*, *Helostoma temmincki*, *Labiobarbus festiva*, *Leiocassis micropogon*, *Kryptopterus limpok* の 6 属 6 種は

発見できなかった。したがって、今回の調査で Bera 湖を含む Pahang 水系から 54 属 97 種が新たに記録されたことになる。

Johnson (1967) によればマライ全土には、最近の報告はないが、250 種以上の淡水魚が住み、その魚相は北部マライ域と、東西の海岸ぞいの南部域とに 2 分されるといふ。同氏によると Bera 湖には、北方域の魚種とされている *Labiobarbus lineatus* を含む等の 2~3 の例外はあるが、全体的に見るとその魚相は氏のいう南方域の範疇に入るものと思われる。

2) 羅網尾数より見た魚種の昼夜による活動

この調査に用いた全漁獲物について、朝 6 時から 18 時までを昼間、18 から 6 時までを夜間として区別し、昼間、夜間にそれぞれ多数捕獲されたものを表記すると第 2 表ようになる。なお、ここでは夜行性昼行性の想定は羅網尾数を游泳行動の現われであるとした。

その結果として、漁獲尾数の昼間、夜間の比較から *Notopterus notopterus*, *Oxygaster oxygastroides*, *O. hypophthalmus*, *Labiobarbus lineatus*, *Kryptopterus macrocephalus*, *Cyclocheilichthys apogon* などは夜行性であることが推定される。また、採集個体数は少なくないが昼間に比すれば夜間に多くとれている *Nandus nebulosus* も夜行性と考えられる。昼行性魚種としては採捕尾数からみて *Osteochilus hasseltii*, *O. spilurus* などの腸の長い種類をはじめ *Puntius tetrazona paripenta-*

Table 1. Fishes collected in the Lake Bera, a "black water" swamp, and its adjacent waters, Malaysia, since February, 1971. B: Lake Bera, P: River Pahang, O: Other waters.

Species	B.	P.	O.
Osteoglossidae			
<i>Scleropages formosus</i>	+		
Notopteridae			
<i>Notopterus notopterus</i>	+	+	+
<i>N. chitala</i>	+		+
Mastacembelidae			
<i>Mastacembelus armatus favus</i>			+
<i>Macrognathus aculeatus</i>	+		
Flutidae			
<i>Fluta alba</i>	+		+
Cyprinidae (Abraminae)			
<i>Oxygaster oxygastroides</i>	+		+
<i>O. siamensis</i>	+		
<i>O. hypophthalmus</i>	+		+
<i>Chela laubuca</i>			+
Cyprinidae (Rasborinae)			
<i>Luciosoma setigerum</i>	+	+	
<i>Rasbora dorsiocellata</i>	+		
<i>R. cephalotaenia</i>	+	+	
<i>R. lateristriata sumatrana</i>		+	
<i>R. l. elegans</i>	+	+	+
<i>R. caudimaculata</i>	+	+	
<i>R. dusonensis</i>	+		+
<i>R. trilineata</i>	+	+	
<i>R. heteromorpha</i>	+		
<i>R. pauciperforata</i>	+	+	+
<i>R. bankanensis</i>		+	+
<i>R. argyrotaenia</i>	+	+	
<i>R. einthovenii</i>	+		
<i>R. taeniata</i>	+		+
<i>R. retrodorsalis</i>	+		+
Cyprinidae (Cyprininae)			
<i>Leptobarbus hoevenii</i>			+
<i>Mystacoleucus marginatus</i>		+	
<i>Hampala marcolapidota</i>	+	+	
<i>Cyclocheilichthys apogon</i>	+	+	+
<i>C. heteronema</i>	+		
<i>C. armatus</i>	+		
<i>Barilius guttatus</i>		+	
<i>Puntius binotatus</i>	+	+	+
<i>P. schwanenfeldii</i>	+	+	
<i>P. fasciatus</i>	+	+	+
<i>P. lateristriga</i>	+	+	+
<i>P. tetrazona partipentazona</i>	+	+	

Species	B.	P.	O.
<i>P. pentazona</i>	+		
<i>P. bulu</i>			+
<i>P. sp.</i>			+
<i>Thynnichthys thynnoides</i>			+
<i>Osteochilus hasselti</i>	+	+	+
<i>O. spilurus</i>	+		
<i>O. vitatus</i>	+	+	
<i>O. triporus</i>		+	
<i>O. sp. 1</i>		+	
<i>O. sp. 2</i>		+	
<i>Labiobarbus lineatus</i>	+	+	
<i>L. sp.</i>	+		
<i>Barbichthys laevis</i>		+	
<i>Labocheilus rhabdoura</i>		+	
<i>Epalzeorhynchus siamensis</i>		+	
Homalopteridae			
<i>Homaloptera zollingeri</i>		+	
<i>H. tweediei</i>		+	
Cobitidae			
<i>Lepidocephalus macrochir</i>			+
<i>Acanthopsis choirorhynchus</i>		+	
<i>Acanthopthalmus kuhli</i>		+	+
<i>A. muraeniformis</i>		+	
<i>Noemacheilus masyae</i>		+	
<i>N. selangoricus</i>		+	+
<i>N. sp.</i>		+	
<i>Vailentalla flavofasciatus</i>	+		
Siluridae			
<i>Wallagonia miostoma</i>	+		
<i>Silurichthys phaisoma</i>	+	+	
<i>Silurodes hypophthalmus</i>	+	+	
<i>Ompok bimaculatus</i>		+	
<i>Kryptopterus apogon</i>	+		
<i>K. macrocephalus</i>	+		
Clariidae			
<i>Clarias batrachus</i>	+	+	
<i>C. meladerma</i>	+		
Shilbeidae			
<i>Laiides hexanema</i>		+	
Bagridae			
<i>Mystus nemurus</i>	+		
<i>M. wyckii</i>		+	
<i>M. cavasius</i>	+	+	
<i>M. micracanthus</i>		+	
<i>Leiocassis poecilopterus</i>	+		
Chacidae			

Species	B.	P.	O.
<i>Chaca chaca</i>	+		
Sisoridae			
<i>Glyptothorax major</i>	+	+	
<i>G. platypogonoides</i>		+	
<i>Glyptothorax</i> sp.		+	
Akysidae			
<i>Parakysis verrucosa</i>	+		
<i>Acrochordonichthys melanogaster</i>		+	
Belonidae			
<i>Xenentodon cancilooides</i>	+	+	
Hemiramphidae			
<i>Hemirhamphodon pogonognathus</i>	+	+	+
Synapturidae			
<i>Synaptura harmandi</i>	+		
Anabantidae			
<i>Anabas testudineus</i>	+	+	+
<i>Osphronemus goramy</i>	+	+	
<i>Trichopsis vittatus</i>	+	+	+
<i>Betta pugnax</i>	+	+	+
<i>Trichogaster leerii</i>	+	+	
<i>T. pectoralis</i>		+	
<i>T. trichopterus</i>	+	+	+
<i>Sphaerichthys osphronemoides</i>	+		
Phallostethidae			
<i>Neostethus siamensis</i>		+	
Luciocephalidae			
<i>Luciocephalus pulcher</i>	+		
Ophicephalidae			
<i>Ophicephalus striatus</i>	+	+	
<i>O. micropeltes</i>	+		
<i>O. lucius</i>	+		+
Centropomidae			
<i>Chanda ranga</i>	+	+	
<i>Chanda</i> sp. 1	+		+
<i>Chanda</i> sp. 2	+		
Nandidae			
<i>Pristolepsis fasciatus</i>	+	+	
<i>Nandus nebulosus</i>	+	+	
Gobiidae			
<i>Brachygobius xanthomelas</i>		+	
Tetraodontidae			
<i>Tetraodon palembangensis</i>	+		

zona などのコイ科魚類および *Pristolepis fasciatus*, *Triochopsis vittatus* 等が考えられる。

3) 活動の経時的変化より見た魚種の日周期性

1971年の全漁獲物のうち漁獲物の多い 12 種について昼夜別の漁獲量から一応 6 種が夜行性、5 種は昼行性と判定したが、昼間性、夜間性とはいえぬ中間の活動が存在すること（白石・西山、未発表）、昼夜間の境界をどこにきめるかによって、昼夜の漁獲尾数の割合が違ってく

ること等からも経時的な漁獲物の変化を知る必要がある。

以上の諸点から考えると、Bera 湖の魚族は種々の Fauna, Flora に関係する複雑な活動の生態型が考えられるので、1971 年 2 月 11~12 日に Bera 湖で得られた 7 反の混合刺網の漁獲資料を解析に用いた。同混合刺網は 2 時間毎に引上げて、それぞれ羅網した魚を記録し、同時にかれらの胃の内容物を調査した。

Table 2. Number of fishes caught by gill-net in the Lake Bera operated in daytime (6 to 18 o'clock) and nighttime (18 to 6 o'clock) in 3 seasons of 1971. Data selected are shown separately by "diurnal" and "nocturnal" species.

"Diurnal species"

Species	Month	Day time	Night time	Total
<i>Puntius tetrazona partipentazona</i>	Oct.-Nov.	25	4	29
	Apr.	438	23	461
	Feb.	324	21	345
<i>Osteochilus hasselti</i>	Oct.-Nov.	8	1	9
	Apr.	6	2	8
	Feb.	3	2	5
<i>O. spilurus</i>	Oct.-Nov.	35	9	44
	Apr.	8	11	19
	Feb.	34	9	43
<i>Triochopsis vittatus</i>	Oct.-Nov.	21	2	23
	Apr.	6	0	6
	Feb.	—	—	—
<i>Pristolepis fasciatus</i>	Oct.-Nov.	121	20	141
	Apr.	62	6	68
	Feb.	99	5	104

"Nocturnal species"

Species	Month	Day time	Night time	Total
<i>Notopterus notopterus</i>	Oct.-Nov.	3	22	25
	Apr.	2	54	56
	Feb.	1	25	26
<i>Oxygaster oxygastroides</i>	Oct.-Nov.	49	366	415
	Apr.	0	80	80
	Feb.	0	16	16
<i>O. hypophthalmus</i>	Oct.-Nov.	2	22	24
	Apr.	6	34	40
	Feb.	0	8	8
<i>Cyclocheilichthys apogon</i>	Oct.-Nov.	135	217	352
	Apr.	46	607	653
	Feb.	33	41	74
<i>Labiobarbus lineatus</i>	Oct.-Nov.	21	52	73
	Apr.	3	28	31
	Feb.	2	4	6
<i>Kryptopterus macrocephalus</i>	Oct.-Nov.	2	62	64
	Apr.	3	207	210
	Feb.	6	39	45

上記の目的を以て得られた魚は6属21種で、7反の全部によって得られた魚の個体数861尾の内容は第3表のようになる。前回同様に6時、18時を境に第3表の中から代表的な昼行魚と夜行魚を選んで図示すると、第2図と第3図のようになる。その結果、昼行性魚は日中につづけて羅網されるものでなく、朝と夕方の2山型で

あることが明らかになったと思われる。さらに、日没時に昼行性の山があり、その直後暗くなると夜行性の活動の山があり、明け方にはまだ暗いうちに夜行性魚の活動が先行し、その後に昼行性魚の活動が行なわれる。そして、昼行性魚と夜行性魚の活動の山の差は朝方も夕方も短時間にすぎないことがうかがわれる。

Table 3. Fishes of the Lake Bera caught by 7 sets of gill-net operated for 24 hours on February 11 th and 12 th, 1971. Hauling was made in every 2 hours.

	12	14	16	18	20	Hauling time			4	6	8	10	12	Total
						22	24	2						
<i>Puntius fasciatus</i>	23	14	17	11	9	0	1	3	2	47	8	19	154	
<i>P. tetrazona partipentazona</i>	51	23	119	14	1	2	2	1	1	54	55	22	345	
<i>Osteochilus spilurus</i>	9	0	11	9	0	0	0	0	0	10	2	2	43	
<i>Pristolepis fasciatus</i>	13	27	33	3	2	0	0	0	0	10	10	6	104	
<i>Luciocephalus pulcher</i>	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	2	1	5	
<i>Osteochilus hasselti</i>	0	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	5	
<i>Notopterus notopterus</i>	0	0	1	9	3	2	7	1	3	0	0	0	26	
<i>Nandus nebulosus</i>	0	0	0	2	0	0	1	1	3	1	0	0	8	
<i>Kryptopterus macrocephalus</i>	0	0	0	15	6	2	3	3	10	6	0	0	45	
<i>Oxygaster oxygastroides</i>	0	0	0	4	4	0	3	2	3	0	0	0	16	
<i>O. hypophthalmus</i>	0	0	0	1	4	0	2	1	0	0	0	0	8	
<i>Xenentodon cancilooides</i>	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	
<i>Cyclocheilichthys apogon</i>	4	9	9	16	11	7	1	5	1	4	6	1	74	
<i>Labiobarbus lineatus</i>	0	1	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	6	
<i>Kryptopterus apogon</i>	0	0	0	3	3	0	0	1	1	0	0	0	8	
<i>Betta pugnax</i>	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	3	
<i>Osphronemus goramy</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
<i>Sphaerichthys osphronemoides</i>	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	
<i>Rasbora</i> sp.	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	2	
<i>Anabas testudineus</i>	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	
<i>Trichogaster leerii</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
Total	106	79	194	91	45	13	21	20	24	133	83	52	861	

全体的に見ると昼行性魚は黎明薄暮型 (Allee et al., 1949) の生態型を示す種類もあるが、夜行性の種類では昼行性に比較してその周期性がそれほど顕著でないと解される。ただし、*Notopterus notopterus* は上記に類似した変化を示すほか、他魚種で見られない活動の山が夜中にもう一つ見られた。

4) 胃内容物から見た魚種の日周期性

上記のごとく、夜行性にせよ昼行性にせよ運動性の点から見ると黎明薄暮型であることが明らかにされた。次に、前記 1971 年 2 月の標本中から比較的個体数の多い魚種をえらび、胃内容物を調べ、その生態型が摂餌活動に起因するか否かについてしらべた。

すなわち、黎明薄暮型と思われる昼行性魚の *Puntius fasciatus*, *P. tetrazona partipentazona* および夜行性の *Notopterus notopterus*, *Kryptopterus macrocephalus* の 4 種について、時間別に消化管内容物を調査した。

これらの魚種の胃内容物はほとんどユスリカ類、カゲ

ロウ類、トビケラ類、トンボ類などの水生昆虫で占められているほか、他にプランクトン性の小型甲殻類がみられた。そうして、1 尾当りの摂餌個体数を各時間毎に図示すると (第 2 図, 第 3 図), 摂食活動性と活動性とはほぼ平行関係にあることがわかる。たとえば *Puntius tetrazona partipentazona* の活動性には夕方 19 時と朝方 7 時~9 時の 2 回の山があるが、1 個体当りの摂餌個体の変化でもその傾向はほぼ類似している。さらに、*Puntius fasciatus* の場合は、活動性と胃内容物の個体数の変化が、前種よりさらに一致している結果がみられる。

一方、夜行性魚、たとえば *Notopterus notopterus* では前述のごとく、活動性に 3 つの山が夜間にみられたが、摂餌量の変化についても同様であり、活動性と摂餌量とも全く類似した 3 つの山がみられた。

以上の所見からすれば、これら魚類の日周活動性は専ら摂餌活動のあらわれであるということができるとであろう。

次に同じく 1971 年 2 月採集の資料の胃内容物の質と魚種との関係を調査した。*Osteochilus hasselti* (5 個体), *O. spilurus* (43 個体) および *Labiobarbus* sp. (6 個体) では、いずれも空胃のため餌料生物をたしかめることができなかったが、その原因については不明である。

また昼行性魚 4 種と夜行性魚 2 種について胃内容物の種類を調べた結果 (第 4 表) では、両者間に明瞭な差異は見られなかった。ただ夜行性の *Notopterus notopterus*

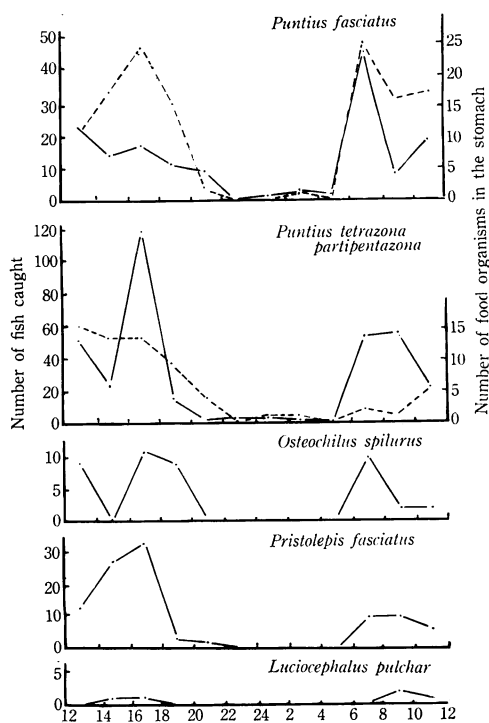


Fig. 2. Diel change of catches by gill-net demonstrated by 5 species of diurnal fishes in the Lake Bera, February, 1971. For the 2 species of *Puntius* the hourly change of the number of food organisms in stomachs is depicted (broken lines). Data from Tables 3 and 4.

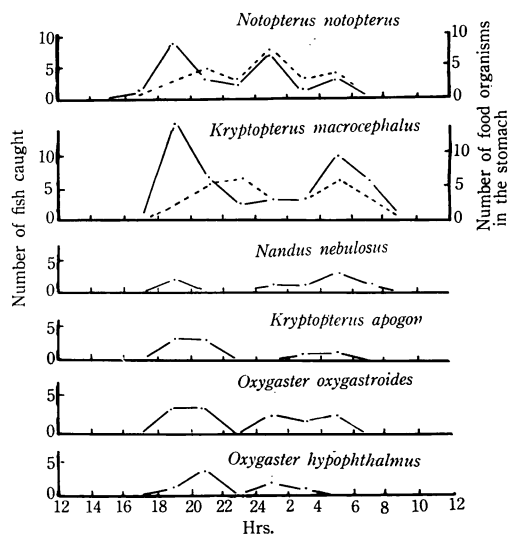


Fig. 3. Same as Fig. 2 on 6 species of nocturnal fish, and the feeding activity is shown for the 2 species. Data from Tables 3 and 4.

Table 4. Result of stomach content analysis in 6 species of fishes collected in the Lake Bera in 1971. Figures in parentheses show the total number of food organisms counted in all the stomachs examined. The food organisms are arranged as to its ordinary habitats from surface to bottom.

		Diurnal				Nocturnal	
Species Number of specimens	food items	<i>Puntius</i>	<i>P. tetrazona</i>	<i>Cyclocheilich-</i>	<i>Pristolepis</i>	<i>Notopterus</i>	<i>Kryptopterus</i>
		<i>fasciatus</i>	<i>partipentazona</i>	<i>thys apogon</i>	<i>fasciatus</i>	<i>notopterus</i>	<i>macrocephalus</i>
		181	96	41	22	16	20
Surface ↑	Terrestrial small animals	Acarina (35) (ticks) Opilonida (1) (spiders)	Acarina (5) Terrestrial insects (3)		Opilonida (1)		Ant (1)
	Zooplankton	Rhizopodea (130) Rotatoria (43) Brachiopoda (283) Copepoda (275)		Brachiopoda (4) Copepoda (1)	Copepoda (5)		Brachiopoda (1) Copepoda (3)
Stomach contents	Phyto- plankton	Cyanophyceae (980) Bacillariophy- ceae (101) Chlorophyceae (10)	Chlorophyceae (10)				
	Aquatic insects	Chironomidae (553) Ephemero- ptera (9) Trichoptera (10)	Chironomidae (139) Ephemero- ptera (1) Trichoptera (9)	Chironomidae (13) Ephemero- ptera (6)	Chironomidae (168) Ephemero- ptera (168) Trichoptera (3)	Chironomidae (124) Ephemero- ptera (36) Odonata (3) Hemiptera (2)	Chironomidae (18) Ephemero- ptera (12) Hemiptera (2)
	Shrimps	(1)			(10)	(38)	(2)
Bottom ↓	Others	Fish scale Bryozoa (3485) Tubificina (1) Hydracarina (3)	Bryozoa (190)	Residue (much)	Fish scales (10)	Fish scales (3)	Fish scales (1)

の消化管内には魚の鱗が多数みいだされたこと、および Bera 湖に多いエビの一種 *Caridina thambipillai* (Johnson) が湖水中の魚類の餌料として重要な位置を占めるものと思われたが、*Notopterus notopterus* と *Pristolepis fasciatus* のみにしか捕食されていなかったことが注目されるが、その原因は不明である。この他、注目をひいたことは *Puntius fasciatus* のみが多数のプランクトンを捕食していたことである。全体を通じていえることは、いずれの魚種もユスリカ科の幼虫または蛹、カゲロウ目その他の水生昆虫の幼虫を食べていることで、量的にみてもこれらが魚類生産を支えている主要な基礎餌料であることが認められた。

日周活動についての考察

摂餌活動の日周性は魚類の行動と餌料生物の日周性との関連によって生ずることが明らかであろう。したがって、附着藻類のような動かない餌料の場合は摂餌活動は専ら捕食者である魚の側の活動によって成立するものといえるであろう。このような観点からすると、藻類を食べると思われる腸の長い *Osteochilus* は昼間たえず捕食行動がみられるものと想像したが、実際には採捕尾数からその行動性をみると昼行性ではあるが黎明薄暮型であった。さらに前述のように胃内容物がみられなかったため、摂餌活動の日周性は明らかにできなかったが、この

原因については今後の検討に待たねばならない。

次に昆虫食および魚食性の魚類の摂餌活動は魚類の側における活動の日周性と、餌料の側の活動の日周性の関連によって成立することが考えられる。

Bera 湖の水生昆虫はユスリカ類、カゲロウ類などが優占し、これらが魚類の主餌料となっていることは既に述べたが、これら昆虫の日周性は御勢久右衛門氏の談によれば明らかな夜行性一山型である。昆虫の日周性が夜行性の一山型であるという観点から、昆虫食夜行性の魚類の行動についてみると、*Kryptopterus macrocephalus* では昆虫の日周期性とやや合致するようであるが、*Kryptopterus apogon* においては藻食魚と同じく黎明薄暮型の日周期活動を示し、捕食者と被捕食者の活動型が一致していない。すなわち、時間的には餌料昆虫の羽化活動のはじめと終りの時刻にあたる薄暮と黎明時刻に魚類の摂餌活動が盛んになっている。したがってこの現象は捕食者と被捕食者との関係に興味ある問題を提供しているように思われる。

次に夜行性の *Notopterus notopterus* についていうと、その活動性からみても摂餌活動からも明らかに被捕食者である水生昆虫の活動性と併行しており、いずれの点からみても夜行性とみなすことができるであろう。

今回の調査で、魚類の行動と摂餌活動の両面から、その日周期性について明らかになった種類は、上記の黎明薄暮型の *Puntius fasciatus*, *P. tetrazona partipentazona*, *Pristolepis fasciatus*, *Kryptopterus macrocephalus* と、夜行性の *Notopterus notopterus* であってわずかに 5 種類にすぎない。

摘 要

IBP の陸水班はマレーシアの Bera 湖で熱帯陸水の生産力の調査を行っており、本論文はその成果の 1 つである。

Bera 湖およびその周辺の魚相を明らかにし、Bera 湖においては 45 属 70 種を採集した。このうち 41 属 62 種は Bera 湖からは新しく記録されたものである。なお既に記録のある 14 種のうち、4 属 8 種は確認したが、6 属 6 種は発見されなかった。また Bera 湖下流の河川から 35 属 59 種を記録し、Bera 湖およびその周辺の魚種を合わせると 57 属 105 種になる。

同一刺網にかかる昼夜の総尾数を調べて、昼行性魚種と夜行性魚種を明らかに区別し得た。すなわち昼行性魚種と推定される魚種は *Puntius tetrazona partipentazona*, *P. fasciatus*, *Osteochilus hasseltii*, *O. spilurus*, *Trichopsis vittatus*, *Pristolepis fasciatus*, 夜行性魚種は *Noto-*

pterus notopterus, *Oxygaster oxygastroides*, *O. hypophthalmus*, *Cyclocheilichthys apogon*, *Labiobarbus lineatus*, *Kryptopterus macrocephalus*, *Nandus nebulosus* などである。

草食と思われる *Osteochilus hasseltii* と *O. spilurus* からは胃内容物が見い出されなかった。

昼行魚、夜行魚ともに、常に夕方および朝方に 2 つの漁獲(活動)の山がみられ、これから判断すると、両者間で活動の類型に近似性が認められた。

漁獲により調べた魚類の運動性とかれらの摂餌周期性との関係を検討すると、少なくとも若干の種では摂餌が活動周期の主因であることを認め得た。

謝 辞

稿をおわるに当たり、この機会を与えられた京大、森主一教授および大阪教育大、水野寿彦教授、また御批判、御校閲を賜った黒沼勝造博士および加福竹一郎博士、さらにこの調査を進めるに当り種々御教導を賜った大阪市立大、吉良竜夫教授、小川房人博士をはじめ調査団およびマレーシア関係方面の諸氏に対し厚く御礼申上げる次第である。

引用文献

- Alfred, E. R. 1963. Some colourful fishes of the Genus *Puntius* Hamilton. Bull. National Museum Singapore, 32 : 135-142.
- Allee, W. C., Emerson, A. E., Park, O., Park, Th., and Schmidt, K. 1949. Principles of animal ecology. W. B. Saunders Comp., Philadelphia and London: 1-837. figs. 1-263.
- Bardach, J. 1959. Fishes in Cambodia. Mimeograph, 1-55.
- Brittan, M. R. 1954. The Cyprinid fish Genus *Rasbora* in Malaya. Bull. Raffles Mus., 25 : 129-156.
- 生嶋功・水野寿彦. 1971. IBP (国際生物学事業計画) によるマレーシアの原始淡水湖の調査. 学術月報, 24 (9) : 550-552.
- Johnson, D. S. 1967. Distribution patterns of Malayan freshwater fish. Ecology, 48 (5) : 722-730.
- Malaysian IBP (PF) Subcommittee. 1972. Data on Malaysian-Japanese IBP (PF) Research at Tasek Bera, Malaysia. (1) : 1-147.
- Menon, A. G. M. 1954. Notes on the Malayan Fishes in the collection of the Raffles Museum. Bull. Raffles Mus., 25 : 1-5.
- Shiraishi, Y. 1970. The migration of fishes in the Mekong River. IBP-PF Section, Regional Meet. at Malacca and Kuala Lumpur : 135-140.
- Smith, H. M. 1945. The fresh-water fishes of Siam, or Thailand. Bull. U. S. Nat. Mus., 188 : 1-11, 1-622, figs. 1-107.

Tweedie, N. W. F. 1952. Notes on Malayan fresh-water fishes. Bull. Raffles Mus., 24 : 63-95.

【日野市宮 399 淡水区水産研究所(白石); 松山市文京町 3 愛媛大学理学部(水野); 大阪市天王寺区南河堀

町大阪教育大学(永井・吉見・西山]

追記: 主著者は本報印刷中(1972年11月12日)に急逝されました(編集委員).