

東南アジアにおける陸水生物学的研究

上 野 益 三

1. 陸水生物研究の意義

陸水生物学は湖沼河川をはじめとし、広く内陸の水域つまり陸水の生物をその研究の対象としている。陸水中に如何なる種類の生物が生活しているか、またそれらの地球上における陸水への分布状態、ならびに分布の由来を考究するのが、まずその重要な内容をなしている。さらに、それぞれの陸水域にどれだけの種類の生物が共存し、それぞれの生物の個体数の割合はどうか、また彼らとその生活環境なる陸水との関係はどうか、というような生態学的方面もまた重要な内容の一部である。この場合には陸水それ自身の物理・化学的な研究が要求され、さらに陸水の諸性質の決定に大きい影響力をもつ、それぞれの地域の地形地質ならびに気候が考慮に入れられなければならない。陸水生物学あるいは広義の陸水学は、このように、生きていない生活環境とその中に生活している生物との複雑な相互関係を明らかにしようという努力の上に成り立っている。

陸水とその生物との人生に対する関係もまた重要である。純良な飲料水を供給するために、文明諸国が多大の苦心を払っていることはいうまでもないが、飲料水の原水ならびにその精製過程で起る生物学的な障害に対しては、多くの陸水生物学的な研究課題を提供する。都市の膨大に伴う下水（家庭污水）あるいは工場廃水が天然陸水に及ぼす汚染は、陸水生物学研究者の深い関心を呼ぶ問題であるし、陸水を天然の清浄に保てないという懸念が彼らを悩ます。また、人類を苦しめる吸血昆虫、あるいは伝染病を媒介伝播する昆虫の多くが、陸水中で幼虫時代を過すことによって、陸水生物学者の参加すべき多くの問題が生ずる。例えば、マラリア病原虫を媒介する蚊の幼虫は陸水中に生活するから、その防除には蚊自身についての知識とともに、その生活場所なる陸水の性質を知らねばならない。その他にも、人畜の寄生虫のなかには、その中間宿主を陸水動物に求めるものが少なくなく、これもまたいわゆる「衛生陸水学」の重要な研究課題である。衛生陸水学が取上げるべき問題は特に熱帯地方に多い。淡水(陸水)漁業については特に触れる必要がないであろう。なお、近年盛んに築造せられるダム湖については、生物以外の陸水学的性質についても、生物を含めた陸水学的研究においても、天然の湖沼とちがった性格を示す点に興味があるが、ここではこれ以上触れないこととする。

陸水生物学の研究は、さきに述べたように、生物の分類分布から進んで生態学に及び、現在ではそれらの基礎の上に陸水特に湖沼の物質代謝に学者の興味が集っている。生態学的な比較研

究から追々実験的研究に入りつつあるといえる。生態学的科学としての陸水生物学は主として北半球の温帯地方で進み、地球上の他の地域の陸水については、近年ようやく研究が増加しつつある現状である。従って、地球上の陸水の性格を比較しようとするれば、知られている事実の精疎のため、十分その目的を達することができない。東アジアにおいて、ある一つの国土の陸水とその生物とが最もよく調べられているのは、わが日本列島であり、それに次ぐのが東南アジアのスダ列島のスマトラ・ジャワおよびバリの3島である。その他の東南アジア諸地域では、フィリピン・セレベスなどがある程度研究されており、大陸部のベトナム・カムボジア・ラオス・タイ・マレーシアなどは、それらの国々の研究者の努力にも拘らず、陸水生物学はまだ初期の段階だといっても過言ではない。ただ、魚類・蚊などの若干の動物群は例外で、よく研究されている。

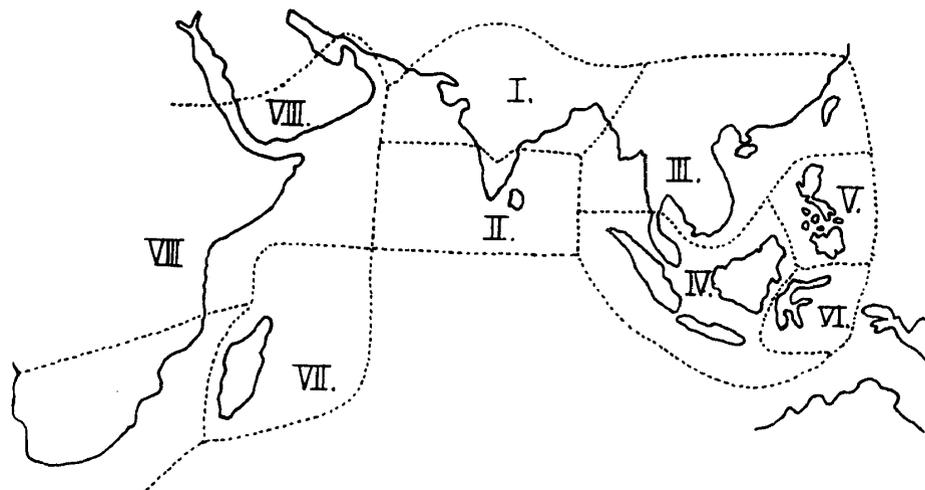
昭和18年(1943)に、『太平洋の海洋と陸水』という1冊の書が編集されるに当り、わたくしは当時の知識に基づいて「西太平洋圏諸地方の陸水生物」なる1篇の総説をつくり、東南アジアの陸水生物についてもやや詳しく述べた。それから20年余の歳月を経過した今日になっても、これを全面的に書きかえる必要を痛感するほど、豊富な資料を手にし得ないのである。マラヤの淡水生物(陸水生物)研究の展望を試みた D. S. Johnson (1957) は、1954年までの該地方の陸水生物の知識は、若干の動物群を除き、どうひいき目に見ても断片的という他はなく、多くの生物群は全く無視されていたことを指摘している。これは今から半世紀前のわが日本の状態によく似ている。前述のように、ジャワ・スマトラの陸水が近代的方法で研究せられて、一國の陸水とその生物とがよくわかっている点で、一躍世界屈指となったのと大きいちがいである。これは Thienemann, Ruttner, Feuerborn 3教授が約1年間にわたって実施した、ドイツ・スダ陸水探検 (Deutsche Limnologische Sunda-Expedition, 1928-29) によるものである。その成果は多くの専門学者の研究により、30年近くの歳月を費して、『熱帯陸水』(Die tropische Binnengewässer) なる数千ページに達する大報告書となり、東南アジア熱帯陸水の知識の宝庫である。その他の地域については、いくつかの生物群については別として、陸水ならびにその生物界を具体的に展望することが不可能なのは、必ずしもわたくしの不勉強のせいばかりではないだろう。

2. 東南アジアの陸水生物相

東南アジアの諸地方は、大体動物地理学上の東洋区に入ることが A. R. Wallace 以来よく知られているが、その東南に隣するオーストラリア区との境界をどこにするかは議論がある。この境界線、すなわち、いわゆるワレス線は、バリ島とその東に接するロムボク島との間を通り、ボルネオ・セレベス両島の間を北進し、さらに北東に折れてミンダナオ島の南を東に抜ける。これに対し、Max Weber はアジア系淡水魚が、劣勢ながらも、Wallace の所説よりまさ

らに東進している事実から、東洋・豪州両区の境界線は、チモール島の東方を北進し、モルッカ諸島の西方を通して、ハルマヘラ島北方で太平洋に抜けると主張した。Weber の淡水魚の研究は、東南アジアの陸水動物相研究に先鞭をつけたものの一である。ワレス・ウェバア両境界線の価値は後段に触れることとする。

記述を進めるに先だって、半世紀近くの昔に発表せられた J. Meisenheimer の熱帯アジアの動物地理学的区分を見よう。この図の III. 地区はビルマ・タイ・カムボジア・ラオス・ベトナムなどのアジア大陸の東南周縁部を含む。IV. 地区はセレベスを除くスンダ地方で、ボルネオ・スマトラ・ジャワなどはこの地区に包括される。彼の時代にはまだ「ワラシア」(Wallacea) の設定は提唱されていなかったため、V. および VI. 両地区に分ったのである。米人植物学者 E. D. Merrill と地質学者 R. E. Dickerson とがフィリピンより小スンダ諸島までの中間区域を、「ワラシア」と呼ぶことを提唱したのは 1928 年のことである。「ワラシア」中間地帯は東を前述の Weber 線に、西を同じく Wallace 線によって限られるから、この両線の生物地理学的意義は見なおされたこととなる。Merrill らは西側の Wallace 線を北に延長して、ルソン島と台湾との間のバシ海峡で東へ太平洋に抜けることとした。この中間地帯は地質学者のいわゆるスンダ陸地とパプア陸地との中間に位し、生物としてはアジア系要素を主体とし、パプアおよびオーストラリア系要素が混在した、Merrill の言葉を借りるならば、一種の不安定地域 (“unstable area”) である。さらに、まだ解決せねばならぬ多くの問題が残っているのは、「ワラシア」内部と周辺部との生物の関係についてである。東南アジアでの生物地理学上の研究の必要性が「ワラシア」地帯にあることは、現在でも少しも変わっていないが、大小多数の島嶼が散在している地域であるから、その探検調査は容易なことではないと思われる。陸水生物についても同じことがいえるが、淡水魚等を除いて、われわれの知識は極めて乏しいと



第1図 Meisenheimer による南アジア・アフリカの動物地理区 (Brehm, 1953 より写す)

いわざるを得ないのである。従来行われた「ワラシア」およびその周辺地域の陸水生物の研究のうち、ドイツ人 R. Woltereck 教授の探検(1932)の成果が最も多くの貢献をしている。その目的はそれらの島嶼の陸水動物中の固有種および種の分離に重点がおかれ、蒐集材料もプランクトンのほか、エビ・カニ、魚類等、その目的に適する若干の動物群に限られ、陸水の性質等については何も発表されていない。「ワラシア」ならびにその周辺地域の陸水生物の概要は、前節に引用した拙文(1943)中にあるから、ここではこれ以上触れないこととする。



第2図 「ワラシア」中間地帯(破線で囲んだ部分)
(上野, 1943より変写)

さて、さきに引用した Meisenheimer の区分(著しく人為的であることを否めないが)のうち、IV. 地区の大陸周縁部(マレー半島)および、III地区についてみよう。このうちでIII、大陸周縁部が最も陸水生物のわかっていない地域である。IV. の半島部はある程度研究されているが、その進捗は欧米やわが日本等の比ではない。さきに引用した Johnson が同じ文中で、マラヤの陸(淡)水についての知識は、欧州の生物学者が19世紀初頭に、欧州の陸(淡)水について持っていたのと全く大差がないと述べているのは、決して言い過ぎではなからう。従来得られた知識も主として動物相あるいは分類に関するものであって、陸(淡)水の動物の群集を生態学的に取扱ったものは全く寥々たるものである。それゆえ、Johnson が上記1文をつかったことを多としなければならない。その内容の概略は次節に述べる。ここでは陸水動物地理の1例として、橈脚目カラノイダ亜目(*Diaptomus* 類)の分布状態を、Brehm (1953)に従って述べよう。同氏は前記 Meisenheimer の8地区全部について分布を検討しているが、ここでは東南アジア、すなわち、III., IV., V. および VI. の4地区とインド地区とに限ることとする。このうち、V. + VI. が「ワラシア」である。橈脚目中ではキクロポイダ亜目は普遍分布種が多いが、カラノイダ亜目は分布の局限されたものが多いので、このような研究の目的に適する。

採集が行きとどけばこの表(表1)の空白の埋められる部分が増加するであろうが、大体の分布の様相をこれによって察することができよう。これらの種の分布の由来ならびに各地区における分化については、今俄かに論ずることを差控える。

カラノイダ橈脚目は、このように特異な分布をしているので著しいが、他のプランクトン動物植物を見ると、温帯地方の陸水に出現する種と同じものが多いのに気づく。中でも、橈脚目キクロプス科、ミジンコ(枝角目)、ワムシ(輪虫類)等には、熱帯陸水にも温帯地方と同一種

表 1 Meisenheimer 地区における *Diaptomus* の分布

	南部以外の インド (I)	セイロン, 南部インド (II)	大陸周縁部, 台湾 (III)	セレベス以 外のスンダ 諸島 (IV)	ワラシア (V+VI) P=フィ リッピン	その他
<i>Tropodiaptomus</i>						
<i>T. doriai</i>	?	—	タイ(?)	スマトラ, ジャワ	—	—
<i>T. hebereri</i>	—	—	—	スマトラ, ジャワ	—	—
<i>T. malaiicus</i>	—	—	—	ジャワ, バリ	セレベスに var. Pに <i>prasinus</i>	—
<i>T. gigantoviger</i>	—	—	—	—	P	—
<i>Heliodiaptomus</i>						
<i>H. viduus</i>	全インド	セイロン	—	—	—	<i>kikuchii</i> 日本
<i>H. contortus</i>	ベンガル, ゴア	—	—	—	—	—
<i>H. elegans</i>	—	—	ビルマ, カ ムボジア	—	—	—
<i>H. pulcher</i>	ベンガル	—	—	—	—	—
<i>H. kieferi</i>	—	—	—	ジャワ	—	—
<i>H. nipponicus</i>	—	—	—	—	—	日本
<i>Sinodiaptomus</i>						
<i>S. ganesa</i>	北インド	—	—	—	—	<i>chaffanjoni</i> および <i>sarsi</i> 東亜
<i>Rhinediaptomus</i>						
<i>R. indicus</i>	—	南インド	—	—	—	—
<i>Allodiaptomus</i>						
<i>R. cinctus</i>	+	—	—	—	—	—
<i>R. mirabilipes</i>	—	南インド	—	—	—	—
<i>R. rangunensis</i>	—	—	ビルマ	—	—	—
<i>R. raoi</i>	—	南インド	カムボジア	—	—	—
<i>Eodiaptomus</i>						
<i>E. blacheri</i>	—	—	カムボジア	—	—	—
<i>E. draconis ignivomi</i>	—	—	カムボジア	—	—	—
<i>E. wolterecki</i>	—	—	カムボジア (?)	—	セレベス (多くの品種 が分布)	<i>sinensis</i> シナ <i>japonicus</i> 日本
<i>Neodiaptomus</i>						
<i>N. strigilipes</i>	全インド	—	(<i>schmackeri</i> と <i>handeli</i> , シナ)	—	—	—
<i>N. satanas</i>	北インド	—	—	—	—	—
<i>N. mephistopheles</i>	—	—	—	ジャワ	—	—
<i>N. physalipus</i>	—	Nilghiri, 南インド	—	—	—	—

<i>N. diaphorus</i>	—	Nilghiri, 南インド	—	—	—	—
<i>N. lymphatus</i>	—	—	—	—	セレベス	—
<i>Phylloidiaptomus</i>						
<i>P. amae</i> および <i>P. blanci</i>	全インド	セイロン (<i>amae</i>)	—	—	—	トルケスタン (<i>blancki</i>)
" <i>Diaptomus</i> " <i>insulanus</i> および <i>vexillifer</i>	—	—	—	—	Pに固有	—
" <i>Diaptomus</i> " <i>visnu</i>	—	—	シンガポール, カムボジア	—	—	—
" <i>Diaptomus</i> " <i>javanus</i>	—	—	カムボジア	ジャワ	—	—
<i>Arctodiaptomus</i>						
<i>A. altissimus</i> } <i>A. parvispineus</i> }	北インド 高山帯	—	—	—	—	中央アジアで は <i>Steno-</i> <i>diaptomus</i> と なる
<i>A. euacanthus</i>	北インド山地	Nilghiri	—	—	—	—

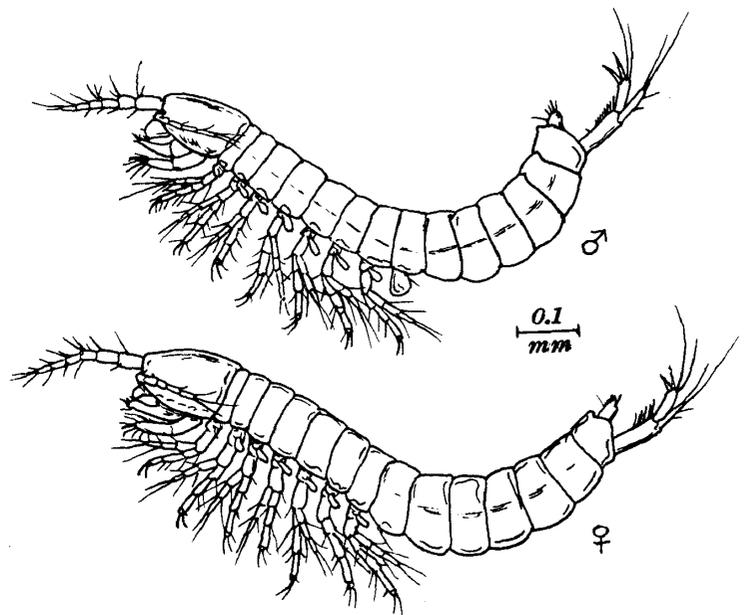
がいる。Ruttner がスマトラ・ジャワの湖沼から採集した総計 267 種のプランクトンのうち、ざっと四分の一が熱帯陸水だけにいるものであった。個体数の多い種は全プランクトンの 46% を占めるが、熱帯性種の割合はその三分の一である。また、多数の個体のものの 20~25% は、温帯熱帯双方の湖に優勢であり、残りの約 50% が大きくて深い湖の沖部にはいなくて、小水域、浅湖あるいは大湖の沿岸帯に多いものである。Ruttner は冷水狭適温性の種はジャワ・スマトラの湖沼に発見されず、大部分が広適温性種で、それら熱帯陸水のみに出現するものは温水性狭適温性なることを指摘している。また、普遍分布の種であって沿岸帯に生活しているのが常である珪藻や枝角類が、インドネシアの若干の湖沼のプランクトン中に量的に夥しく出現する。植物性プランクトン中の珪藻の量的割合は 25%、動物性プランクトン中では甲殻類の占める量的割合が最大 (20%) で、輪虫類が最小である。このような事実から、Ruttner は湖沼プランクトンは沿岸性種に由来するという従来 of 仮説が、熱帯湖沼で実証されるとする。プランクトンの生態についてはなお次節で触れることとする。

陸水動物地理学上特別の注意を惹く動物の一つは、G. O. Sars (1929) が記載した地下水産盲目のマレームカシエビ (*Parabathynella malaya*) である。この種はマレーシアの首都クアラ・ルンプールの近くの Batu 洞窟内の小水溜りから採集された (図 3)。ムカシエビ類 (Bathynellacea) は、欧州各地のほか日本列島の地下水に分布し、その中間地方では上記 *P. malaya* が知られているのみである。ムカシエビ類は体長 1~2 mm の微小甲殻類であるが、その近縁者は化石として発見せられ、現今地下水中から発見される種は、いわゆる“生きている化石”ともいうべき珍奇なものである。

3. 陸水生態学的研究

生物の生物環境なる陸水特に湖沼河川については、吉村信吉博士の『東亜の陸水』(1943)

なる有益な1文が発表されてある。スマトラ・ジャワならびにバリの陸水については、Thienemann, Ruttner らの基礎的研究があることは既に述べた。大陸周縁部には大河はあるが湖沼は少なく、その研究も十分行われているとはいえない。ビルマには若干の湖沼があるが、シャン台地のインレ湖 (Inlé Lake) は、古くインド博物館長 T. N. Annandale¹⁾ (1918) の動物相に関する詳しい研究がある。該湖は石灰岩地にあるため湖水が石灰分に富み、貝類が豊富でその種



第3図 マレームカシエビ (*Parabathynella malaya* G. O. Sars). (Sars, 1929 より写す)

も特殊なものも多く、湖中に多数の浮島があるのが有名である。同博士 (1916) はこれより以前にマレー半島のタレサーブ湖 (Talesaab) を研究している。近年東南アジアの大陸周縁部で行われた陸水研究の最大の貢献は、岡山大学大原農業生物研究所の小林純博士 (1958) のタイ国陸水の化学的研究であろう。小林博士はタイ国内 31カ所から陸水試料を集めて分析した。その殆んど大部分は河川であるが、その中にメコン河 (Mae Khong) 流域のノンハン湖 (Lake Nong Han) と、マレー半島のタレサーブ湖 (Lake Talesaab) とが含まれている。この研究は稲作が農業の中心となっているタイ国で、かんがい用水としての河川水質を明かにすることに重点をおいて進められた。しかし、その試料採集が同国内の全地域にわたっていることから、同国の地方陸水学 (regional limnology) 的展望を試み得る点に、大きい陸水学的意義を有する。陸水生物学において、生物の生活環境としての陸水の性質を明かにすることは、基礎的重要事だからである。小林博士の研究によれば、タイの河川の溶存固形物量は平均 115.2mg/l で、日本河川の平均値 85.3mg/l より濃厚である。河水に及ぼす石灰岩の影響はタイの方が日本よりはるかに大きく、平均 $\text{Ca } 19.8\text{mg/l}$, $\text{HCO}_3 82.6\text{mg/l}$ (日本は $\text{Ca } 9.5\text{mg/l}$, $\text{HCO}_3 32.3\text{mg/l}$) であるが、硫酸塩量はタイの平均が $\text{SO}_4 3.3\text{mg/l}$ で火山に富む日本河水の四分の一あまりである。海に囲まれた日本列島の陸水が風送塩の影響で塩分 (Cl) に富み、河水の平均値 6.4mg/l なのにくらべ、タイでは 4.7mg/l である。しかし、後者にはコラート高原のように岩塩層のある地域に、日本には見られない濃度の高いものがあり、乾期には 300mg/l

1) 1915年に琵琶湖の動物相を研究した。

を超えることがある。植物性プランクトンの発生と深い関係がある燐酸塩は、小林博士がしらべた31カ所中30カ所までが PO_4 0.00~0.01mg/l, 同じく珪酸は SiO_2 平均 16.0mg/l であった。メコン河 (Mae Khong) は全長 4,200 km, 流域面積 800,000 km^2 , タイ・ラオス・カムボジア・ベトナム等大陸周縁諸国にとって重要な河で、その開発計画が国際的注目を浴びているから、小林博士の研究もこの河を中心としている。乾期と雨期とで著しくその水位を異にする、メコン河やメナム河 (Mae Nam) のような季節風地域の陸水は陸水生物学的にも多くの研究課題を提供する。大陸周縁部の湖沼の水質を窺知すべき資料として、ノンハーン湖とタレサーブ湖とのデータを小林博士の研究から次表に抄出しておく (1956-57年, 月別11回化学分析の平均値)。

表 2 タイ国湖沼の水質 (mg/l) [小林 1958]

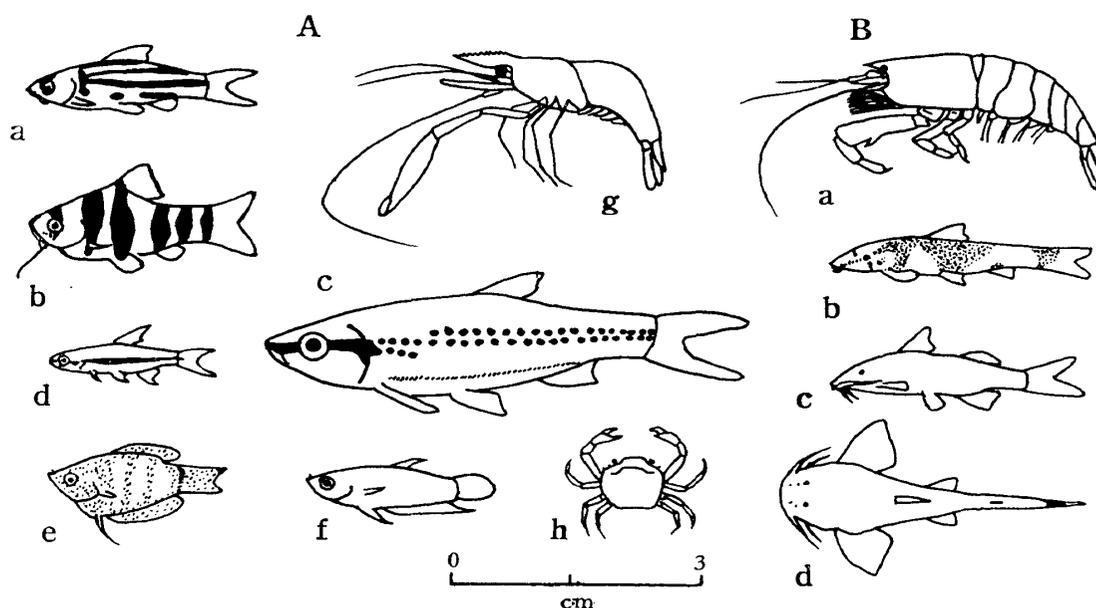
	Ca	Mg	Na	K	HCO_3	SO_4	Cl	SiO_2	Fe	PO_4	NO_3 - NH_4 - N N	アルブ ミノイ ド N	KMnO_4 消費量	蒸発 残渣	pH	
ノンハーン湖 ¹⁾	3.0	0.7	5.8	1.4	15.5	0.3	9.5	6.3	0.12	0.00	0.06	0.05	0.10	7.2	5.11	6.1
タレサーブ湖 ²⁾	11.9	0.8	3.5	1.1	45.6	0.0	2.9 ³⁾	12.9	0.01	0.00	0.05	0.08	0.14	5.9	62.4	6.5

- 1) 採水場所サコンナコオン (Sakon Nakhon).
- 2) 採水場所パッタラン (Patthalung).
- 3) 海水混入分を除き算出。

マレー半島の先端部を占めるマラヤの陸 (淡) 水生物については、予察的であるが、既述の Johnson の研究がある。小地域の陸水生物界の例としてその概略を次に述べる。マラヤは全く赤道帯に位置し、その陸 (淡) 水生物は全地域にわたって変りはなく、一地域の結果で全体を類推できると思われ易いが、実は決してそうではなく、動植物相は国内を通じて同一ではない。それは地形、水の物理・化学的状態によることはもちろん、気候の軽微な変化も影響を及ぼしている。そのうちで第一に重要なのは山地または丘陵地の分布であって、そこは冷い水を好む流水性種の生活場所を提供すると同時に、平地性種の分布の障壁となっている。例えば、大形の淡水巻貝 *Brotia boeana* はパハン (Pahang) ならびに上部ムアル盆地 (Muar) には夥しいが、中央山地以西の地域には好適な生活場所がないらしい。淡水魚の *Rasbora elegans* はタハン・トレンガヌー (Tahan-Trengganu) 以北では、明らかな変種が見られる。南部マラヤのみにその分布が限られているエビの *Macrobrachium trompi* と *Oxygaster hypophthalmus* とがある。前者はシンガポール島の流水に普通であるが、ネグリ・セムビラン (Negri Sembilan) 以北からは知られていない。後者はマラッカならびにネグリ・セムビランの稲作地帯の小川にしばしば夥しく出現する。

マラヤの大部分の地域では、土壤が極度に石灰分に乏しく、これは森林地帯では酸性の陸水を伴っている。西ジョホール、パハンならびにネグリ・セムビランには広い区域にわたって、この種の酸性の褐黒色水をもった沼沢地が発達している。このような水域は、*Puntius hexa-*

zona や *P. fasciatus* のような、小魚に富む。その動物群集をつくっている種類には、広い分布のものもあるが、このような腐植質性の水域にのみ分布しているものもある。紅藻（? 所属不確定）の美しい *Batrachospermum* が生育し、鼓藻の種類に富んでいることは、わが日本のこの種褐色水によく似ている。貝類を全く欠くことも同様に、多数個体が発見せられるのは、トンボの幼虫や、*Macrobrachium trompi* のような各種のエビである。森林中にある小流やプールも褐色水であり、酸性も強いが、褐色水特有の小魚 *Rasbora pauciperforata* や *Sphaerichthys osphronemoides* は非常に少なくなるか、見られなくなる傾向がある。

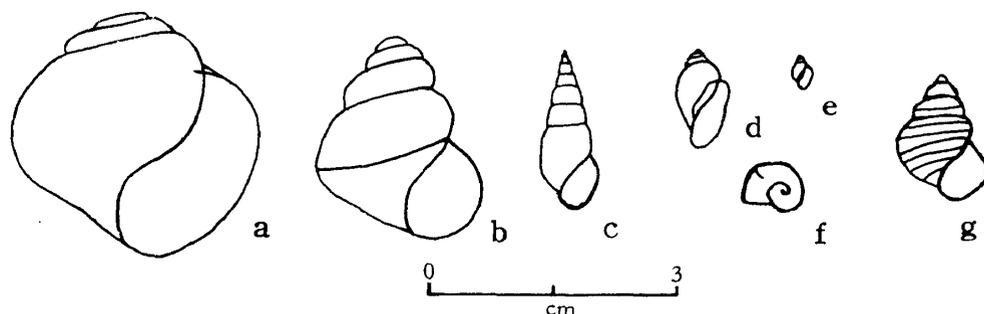


第4図 A, a-h. 北西ジョホール、褐色水河川の魚類と甲殻類。B, a-d. マラヤ急流の魚類とエビ。(Aa) *Puntius fasciatus*, (Ab) *P. hexazona*, (Ac) *Rasbora cephalotaenia*, (Ad) *R. pauciperforata*, (Ae) *Sphaerichthys osphronemoides*, (Af) *Betta pugnax* (マレー闘魚), (Ag) *Macrobrachium* sp., (Ah) *Palatetphusa* sp.—(Ba) *Atya spinipes*, (Bb) *Homaloptera ocellata*, (Bc) *Glyptothorax majus*, (Bd) *Acrochordonicichthys melanogaster* [Johnson, 1957 より集成]

土壌が石灰分に富んでいる地方陸水では事情は大いに異なる。中部および北部マラヤの各地に、特異な風景をつくっている石灰岩の露頭地帯がこの種の陸水に富んでいる。CaCO₃として40 ppm. 以上のアルカリ度を示すそれらの水域では、酸性水と異って、鼓藻が非常に少なく、緑藻に富み、大形水草がしばしば豊富に生育している。石灰分に富む陸水であるから、貝類に富むのは当然であるが、巻貝の中には石灰分の濃度が著しく高い陸水に限るものがある。西北部パハンのクアラ・トレンガン附近の、石灰岩台地から流出する河流にのみ産するカラスガイ (*Anodonta*) の一種がある。この川の水温は常に低くて24°Cを超えない。

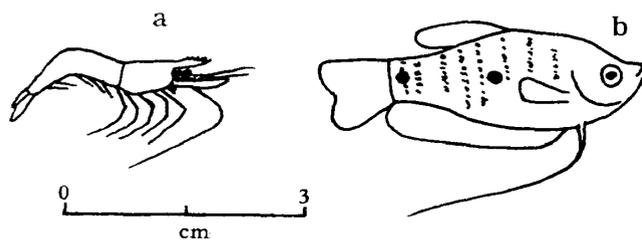
マラヤの流水動物相は高地性と低地性とにわけられるが、これは水温のちがいに基くものようである。山麓の一連の狭い地帯が低地性流水動物相の見られるところで、エビの *Atya spinipes* や、吸盤ドジョウ (*Homaloptera*) やナマズ類の *Glyptothorax*, *Acrochordonicichthys*

などが、その代表的生活者である。これに反して高地性流水は、いわゆる溪流で、魚やエビがいない代りに、昆虫の水生幼虫を以て代表せられることは、わが日本の山地溪流と変りがない。



第5図 a-f. Kuala Pilah, Negri Sembilan の石灰分に富んだ稻田の貝類, (a) *Pila conica*, (b) タニシ *Vivipara sumatrensis*, (c) カワニナ *Melanoides tuberculata*, (d) モノアラガイ *Lymnaea luteola*, (e) *Lymnaea pinguis*, (f) ヒラマキガイ *Indoplanorbis exustus*. (g) は分布の局限されたスジマキタニシ *Vivipara polyzonata*. [Johnson, 1957 から集成]

人間活動に伴う陸（淡）水動植物の受ける影響はマラヤとて例外ではなく、特に錫鉱山廃水の鉍毒が著しい。その他に、他の地方とはちがった動物相の壊滅的影響がある。それはいわゆる熱帯魚飼育の流行に伴う濫獲により、珍奇なあるいは美しい小魚は目に見えて減少しつつある。マラヤの自然保護の重点の一つはこんなところにもあるわけである。一方、稲作や養魚の発達に伴い、沼沢性動物、例えばランケスターエビ (*Macrobrachium lanchesteri*) や、体側に2個の黒点がある小魚 *Trichopodus trichopterus* などは、今やマラヤでは最も普通の淡水動物になっている。この他にも、マラヤ以外の淡水動物特に魚類中に、移入せられて土着し、中には他の魚類が生活できない水域にもよく繁殖しているものがある。



第6図 マラヤで最も普通の淡水動物となった2種, (a) ランケスターエビ *Macrobrachium lanchesteri*, (b) *Trichopodus trichopterus*. [Johnson, 1957]

Johnson はマラヤの陸（淡）水動物の中に、地域的に頗る多いが、その地域が数ヶ所に限られているか、あるいは局部的であるもののあることを指摘している。その理由の説明はまだできていない。例えば、多くの縞があるタニシの *Vivipara polyzonata* はシンガポール島の普通の養魚地にいるが、マラヤの他の地方では全く発見されない。

東南アジア熱帯の陸水には海産系のものが多数棲息し、生理・生態学的に興味ある問題を提供する。カニ・エビなどの元来海産の属種が陸水動物相の主要要素をなすが、セレベスの山地湖にはハゼ科魚類やエビの種類に富む。さらに、スマトラやジャワの奥地の淡水には、ゴカイに似た多毛環虫類がいるので著しい。例えば、スマトラのラナウ湖の湖岸や湖底からは体長20cmにも達する *Lycastis ranauensis* を、ジャワのボゴールでは別種 *L. hawaiiensis* が得られている。他の一種 *Lycastopsis catarractarum* は海岸から500 kmも離れた地の瀑布の石下から、あるいは海拔1,700mの高地に生育している *Colocasia indica* (テンナンショウ科) や、野生バナナの葉鞘間の溜り水の中から発見せられた。熱帯陸水動物相の一特徴として今後も注意する価値がある。

近代陸水生物学の中心課題の一つとなっている湖の生産力については、東南アジア全体としては殆んどその研究が未着手である。国際生物学研究計画 (IBP) の一環として、同一方法 (標準化) による世界各地の陸水の一次生産力 (植物性プランクトン生産力) の国際協力による測定が、近く軌道に乗ろうとしているから、数年を出ないうちに、東南アジア陸水についても明らかになるだろうと期待せられる。1928-29年のジャワ・スマトラの陸水探検の材料による Ruttner のプランクトンの定量研究の結果が、1952年に274ページに達する大論文として発表せられ、このギャップを埋め、われわれの渴望を満した。この作業はそれぞれの湖で各1回行われたのに過ぎないから、ある与えられた時の、いわゆる “standing crop” を明かにしたのにとどまるが、該地方の湖沼の生産生物学の基礎資料たることは疑いがない。Ruttner は植物性および動物性プランクトン量を測り、それを湖面 1 cm^2 下単位で、 mm^3 量で表わした。14の湖でのその値は19.52から1.46 mm^3 と変動があり、全湖沼の平均値は7.6 mm^3 であった。上の値を順にならべてみると、それらの湖沼の透明度や色から推測した比較栄養度の順とよく相応している。例えば、スマトラのマニンジャウ湖 (Lake Maninjau) のプランクトン量の 1 cm^2 水面下19.52 mm^3 は、しらべた湖沼の “standing crop” 中の最大値であるが、これは一般富栄養湖よりも貧栄養湖に近似の値である。東ジャワの富栄養湖ラモンガン (Ranu Lamongan) のプランクトン量はわずかに8.00 mm^3 で、温帯地方の欧州のアルプス周辺の湖沼で得られた結果とあまり変わらない。熱帯湖沼の生産力が大きいと思いがちな我々の想像に反する結果である。一般に貧栄養湖は水が清澄で光の透過率が大きいから、植物性プランクトンは光合成活動に効果的な、より深い水層に分布し、光合成のうえ栄養塩類を利用して植物性 “standing crop” を生ずる。富栄養湖には貧栄養湖に倍する有効栄養物質が存すると仮定すると、後者は、上述のように、前者よりも光の透過率が大きいから、両湖の光以外の諸状況が同一であるとすれば、ほぼ同一量の “standing crop” を生ずる筈である。今、水面 1 cm^2 下のプランクトン量によらず、プランクトン植物の活動層の湖水1 lあたりの平均プランクトン含量によって、湖沼を類型化すると、最大プランクトン量をもったジャワの6湖 (6.67~18.7 mm^3/l) は高度の

富栄養となり、最少のプランクトン量をもったスマトラの3湖 (0.44~1.96 mm³/l) は貧栄養である。そこで、(1) 与えられた単位表面積下に生じた、“standing crop”によって示される湖のプランクトン生産、(2) 生産水層内の、水の単位体積あたりの“standing crop”で表わされた湖水の肥沃度、とは明かなちがいがあることとなる。光合成が行われるべき水層のプランクトンの個体密度は、肥沃度すなわち湖水の栄養度に左右されるのに反し、単位水面下のプランクトン量こそ輻射透過率の函数なることを Ruttner は指摘する。スンダ諸島の熱帯湖沼の水面 1 cm² 下のプランクトン量が、温帯地方の湖沼の値に近似していることは、先に述べた通りである。ある与えられた時の熱帯湖沼の“standing crop”量が、温帯湖沼とほぼ同一であるという、この重要な結果は、東南アジアの理論ならびに応用陸水生物学にとって、大きい意義を有する。しかし、Ruttner の成果は、あくまでもある与えられた時の生産量、すなわち“standing crop”であって、年生産量がどうなのかは全くわからない。これには、一定間隔で少なくとも1年間、近代陸水学的方法による連続研究が行われる必要があり、その目的には深い湖と浅い湖との双方が選ばれ、併行実施されるのが理想的である。その結果が出たとき、はじめて東南アジア湖沼のプランクトン生産力が、全面的に我々の知識を豊かにしてくれるであろう。

4. 東南アジア陸水研究の必要

これまでに記述したところは、東南アジアの陸水生物学的研究の片鱗にとどまり、大勢を展望することができなかったのは遺憾である。目下ジャワのボゴールには陸水漁業研究所 (Laboratory of Inland Fisheries, Bogor, Indonesia) があり、マラッカの Batu Berendam には、熱帯養魚研究所 (The Tropical Fish Culture Research Institute) があって、盛んに活動しているから、陸水生物学的研究も追々行われるにちがいない。ボゴールの研究所の K. F. Vaas および M. Sachlam (1955) が浅い小養魚池の水温、pH、O₂、CO₂ 等の日周変化の興味ある研究を發表している。マラッカの研究所では、スーダンにいた G. A. Prowse が所長として移ってから、マラッカの淡水産珪藻や鞭毛藻について次々と發表し、1962年の第15回国際陸水学会議では熱帯養魚池の陸水学的諸問題を論じた。それらの池は一次生産に対する大きい潜在力をもっているらしいのに、水面近くのプランクトンによる遮光の影響のため、実際の一次生産が著しく減少することを指摘している。そして、養魚の改善には陸水生物学的な基礎原理の必要を説いている。両研究所とも淡水養殖をその研究の目標としているのは当然であるが、それぞれの国の陸水ならびに陸水生物についても、その研究の手がのびることを期待してやまない。

現在、東南アジアでどのように陸水が研究せられ、あるいは陸水研究が計画せられているかを、不聞なわたくしはよく知らない。1958年12月に、シンガポールで開かれた、Darwin, Wallace の進化論発表百年、Linnaeus の“Systema Natuae” 10版刊行二百年の記念学会が

催された際、淡水生態学部会で5題の研究発表が行われた。いずれも興味ある内容であったと思われるが、その全部が陸水生物学の最近の傾向を反映したものではない。多くの陸水生物研究者を擁しているわが日本が、陸水研究隊を送って、近代的研究方法で現地の研究者達に協力することは、国際的にすこぶる意義が大きいといわねばならない。もしこのような企画が幸いにも実現する暁にはまず何をなすべきかは、わたくしが本文の各所に断片的に触れたのによって明らかであろうが、なお重複をいとわず二三の私見を次につけ加えよう。

(1) まず、選ばれた地域の陸水生物の徹底的な採集と精確な同定とにより、如何なる動植物がいて、どのように分布しているかを明かにすること。これまでよく研究されていなかった動植物群については、特に精査すること。

(2) 陸水生物群集の種類を明かにするために、種々の異った地域の異った水域に注意し、これらの水域の生物群集が何種の生物によって、どのように構成されているかを明かにすること。

(3) 選んだ若干の生物群集について定量的な調査を行うこと。

(4) 生活環境なる陸水の性質を明かにするため、実行しうる範囲で物理・化学的な観測を実施すること。

最後に東南アジア陸水の自然保護について述べたい。これはそれぞれの国自身の問題ではあるが、美しい自然状態が失われるかも知れないという懸念は、陸水研究者が等しく持っていることだからである。これにはやがて国際的な視野から保護の勧告が行われるようになるであろうが、もし、わが陸水研究隊が送られるような気運になれば、隊員はこの点に留意して観察につとめてくれることが望ましい。他国人の眼に映じた自然景観の印象が、保護区域の選定に大いに参考になると思われるからである。わたくしは東南アジアの自然保護については殆んど無知であるが、タイ国に保護協会(The Association for the Conservation of Wild Life of Thailand)ができていて盛んに活動していることを知っている。その原名 The Niyom Phrai Associationなるこの協会は各種の催しのほか、季刊の Conservation News from Thailandを発行し、保護知識の普及につとめている。タイ国立公園設置の運動を1959年に開始し、国立公園法の草案が1960年に完了し、1961年1月国会で承認せられた。国立公園に予定されている9ヵ所の中には、瀑布や溪流に富み陸水生物学上興味に富む区域も含まれている。マレー半島の東側では Kuo Luang 地域が国立公園の一になっている。

*

この小文は京都大学教授吉井良三博士のお勧めに従ってつくったもので、この機会が与えられなければ、わたくしは筆を執るに至らなかったにちがいない。末尾ながら吉井教授に深謝の意を表す。

主な参考文献

(本文中に出たものも必ずしも掲出せず, 自由な選択による)

- Annandale, T. N.—Preliminary report on the fauna of the Talé Sap or inland sea of Singgora. J. Nat. Hist. Soc. Siam, **2**, 90-102, 1916.
- Annandale, T. N., *et al.*—Fauna of the Inlé Lake. Rec. Ind. Mus., **14**, 1-212, 1918.
- Brehm, V.—Bemerkungen zu den tiergeographischen Verhältnissen der indischen Süßwasser-Calanoiden. Oesterreich. Zool. Zeitschr., **4**, 402-418, 1953.
- Die Cladoceren der Wallacea-Expedition. Internat. Rev. d. ges. Hydrobiol. u. Hydrogr., **38**, 99-124, 1938.,
- Johnson, D. S.—A survey of Malayan freshwater life. Malayan Nature Journal **12**, 57-65, 1957.
- 小林 純—東南アジア諸国の河川の化学的研究, タイ国の水質について, 農学研究, **46**, 63-112, 1958.
- Prowse, G. A.—Some limnological problems in tropical fish ponds. Verh. Internat. Verein. Limnol., **15**, 480-484, 1964.
- Sars, G. O.—Fauna of the Batu Cave, Selangor. viii. Description on a remarkable cave-crustacean, *Parabathynella malaya* G. O. Sars, sp. nov., with general remarks on the family Bathynellidae. J. Federated Malay St. Mus., **14**, 339-351, 1929.
- Thienemann, A.—Tropical freshwater plankton. Symposium on Marine and Fresh-water plankton in the Indo-Pacific, 1954, Madras, 5 pp.
- Tropical Fish Culture Research Institute Malacca—Report for 1959—1960, 1961-1962. Batu Berendam, Malacca.
- The Library, Accessions list, March 1964 (Mimeographed copy), 1-49, with List of current serials, 1-4, 1964.
- 上野益三—西太平洋圏諸地方の陸水生物, 『太平洋の海洋と陸水』, 817-884, 岩波, 東京, 1943.
- University of Malaya (Singapore)—Centenary and Bicentenary Congress, 1958, Abstracts of papers, Singapore, 1-61.
- Vaas, K. F. and M. Sachlan—Limnological studies on diurnal fluctuations in shallow ponds in Indonesia. Verh. Internat. Verein. Limnol., **12**, 309-319, 1955.
- 吉村信吉—東亜の陸水. 『太平洋の海洋と陸水』, 525-754, 岩波, 東京, 1943.

Summary

Inland Water Studies in Southeast Asia

By

Masuzo Uéno

The present article is an outline of biological studies of inland waters in Southeast

Asia with especial reference to those conditions which limit the adequacy of our knowledge thereof. The most detailed limnological knowledge was obtained by the German Limnological Sunda Expedition, 1928-29, which was undertaken by Thienemann and Ruttner in the islands of Sumatra, Java and Bali. In countries both insular and continental other than those islands, despite the work of many biologists and limnologists our knowledge is still inadequate even for the taxonomy and biogeography of animals and plants in inland waters. Detailed knowledge is lacking with regard to the composition and structure of various biotic communities in inland waters as well as the physical and chemical nature of those waters as environments for aquatic life.

Concerning the zoogeography of inland waters in Southeast Asia, the writer has referred to Brehm's work on the freshwater Calanoida as an example. The occurrence of *Parabathynella malaya* in the subterranean water of Malaya is striking, because this is the only record of this group of Crustacea of the archaic type outside Europe and Japan. Kobayashi's chemical investigations of the river waters of Thailand are a most important contribution to regional limnology in Asia. His work was done at 30 stations which cover all the river systems throughout the country, including two lakes, Lakes Nong Han and Talesaab. The biotic communities of various types of inland waters have been fairly well dealt with by Johnson in Malaya: these are noteworthy for the inhabitants found in peaty black waters, in waters rich in lime, and in torrents at both low and high levels. The effects of human activities upon inland water animal and plant life are also remarkable in many parts of Malaya.

Production biological studies, which are one of the important research projects in present-day limnology, have been almost neglected in Southeast Asia. In such a situation, Ruttner's plankton studies in the lakes of Indonesia (published in 1953) is especially important. He has shown that the volume of the standing crop of plankton produced at any given moment below a given surface unit of a tropical lake is nearly the same as that of a temperate lake.

For biologists and limnologists who have had experience of studies only in the temperate zone, tropical inland waters are extremely attractive as they offer great opportunities for the study of many important biological phenomena. It is our hope that Japanese biologists and limnologists will have opportunities to work on inland waters in Southeast Asia using the methods of present-day limnology, and enjoying international co-operation with the biologists and limnologists in those countries.