

琉球大学学術リポジトリ

琉球列島の陸水エビ類の分布と種分化について-1

メタデータ	言語: 出版者: 琉球大学工学部 公開日: 2012-02-28 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 諸喜田, 茂充, Shokita, Shigemitsu メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/20.500.12000/23512

Table 2 The ecological distribution of the inland water shrimps and prawns in the Ryukyus.

Species name	Habitats						
	Sea	Estuary	Middlestream	Upperstream	Pond & swamp, paddyfield ar.	Cave & subterranean water ar.	Spring ar.
<i>Antecaridina lauensis</i>						+	
<i>Paratya compressa</i>			+	+			
<i>Halocaridina (Halocaridinides) trigonophthalma</i> ..						+	
<i>Atya moluccensis</i>			+				+
<i>Caridina typus</i>			+	+	+	+	+
<i>C. japonica</i>			+	+			+
<i>C. sakishimensis</i>				+		+	+
<i>C. leucosticta</i>			+	+	+		+
<i>C. nilotica</i>			+				
<i>C. serratirostris serratirostris</i>		+	+				+
<i>C. serratirostris celebensis</i>			+				
<i>C. rubella</i>						+	
<i>C. brevirostris</i>				+			
<i>C. denticulata ishigakiensis</i>				+			
<i>Palaemon (Palaemon) paucidens</i>			+	+			
<i>P. (P.) serrifer</i>		+					
<i>P. (P.) pasificus</i>	+	+					
<i>P. (P.) debilis</i>		+					
<i>P. (P.) concinnus</i>		+					
<i>Macrobrachium formosense</i>		+	+	+	+	+	+
<i>M. japonicum</i>			+	+		+	+
<i>M. lar</i>			+	+		+	+
<i>M. australe</i>		+	+				
<i>M. equidens</i>		+	+				
<i>M. grandimanus</i>		+					
<i>M. latimanus</i>				+			
<i>M. gracilirostre</i>				+			
<i>M. shokitai</i>				+			

琉球列島の河川は厳密な意味での下流域がなく河口域（汽水域）からいきなり中流域になるか溪流域になるかのいずれかである。河川によっては中流域と溪流域の間に中間溪流域（A_a-B_b型）があり、また山間部に短い中間溪流域や比較的長い中流域がみられる川もある。そこではエビ類の生態分布構造を大まかに把握するのが目的なために、細分せずに中流域より上部を上流部としてあつかいたい。洞穴地下水域や湧泉域は石灰岩起源の地質の島が多いためこれらの水域は多い。そして多くの洞穴地下水はある程度の塩分があるのが特徴である。

これらの水域に出現するエビ類をあげると第2表の通りになる。すなわち、種類数からみると地上河川系では上流部に多く生息しており、中流部、河口域、池沼水田域の順に減少している。

地下水系では湧泉に多く、光のとどかぬ洞穴地下水域にも劣らず多数のエビ類が生息していることは興味深い。これまで地上水系のエビ類については若干述べてきたので、ここでは主に地下水系のエビ類について検討する。

地下水系のエビ類は洞穴地下水域に対する適応度からみて、外来性洞穴地下水エビと好洞穴地下水エビに大別される。前者は地上水系に普通にみられる種類で、湧泉や地下水が海中に湧出する所から入り込んだと考えられる、いわゆる「迷いエビ」ともいえるエビで、*C. typus*, *C. sakishimensis*, *M. lar*, *M. formosense*, *M. japonicum* 等がある。*M. lar* についてはジャワ島やニューギニアの地下水系からも報告されている (Holthuis, 1956)¹⁵⁾ これらのエビ類はいずれも両側廻游性エビで塩水域で幼期変態をとげ、稚エビになった頃、淡水域に移動する。後者の方は地上河川系に全くみられない種類で、眼が退化しつつあり、触角が長く、感覚毛が密生し、明らかに暗適応がみられる。沖縄島の地下水から *Halocaridina (Halocaridinides) trigonophthalma*, 宮古島の洞穴、井戸から *C. rubella* (Fujino and Shokita, 1974)⁷⁾ 及び南大東島の洞穴から *Antecaridina lauensis* が発見されている。特に *A. lauensis* のような系統的に原始的なヌマエビが洞穴に「隠居」していることはコエビ族の系統進化を考える上で注目し得る。

以上大まかな陸水エビ類の生息分布についてのべてきたが、河川の基本単位である瀬と淵とでそれぞれのエビ類の分布様式がことなり、いわゆるすみわけがみられるが、このことについての詳細はおって報告したい。

陸封エビ類の分布と種分化に関連した若干の論議

多くの陸水エビ類の初期幼生はある程度の塩分がなければ変態成長することは不可能であることはすでに多くの研究者により報告されている (Ling, 1969¹⁶⁾; Uno and Kwon, 1969¹⁷⁾; Choudhury, 1970, 1971¹⁸⁾¹⁹⁾; 諸喜田, 1970⁹⁾; Williamson, 1972²⁰⁾; Shokita, 1973²⁰⁾等)。従って、淡水に生息していても全生活史の内の幼期はフ化と共に流れに流されて、汽水域か海にたどり、そこで変態をとげ、稚エビになった頃再び河川にもどる、いわゆる両側廻游を行うわけである。ほとんどの小卵型エビ類がこのグループに属するが、スジエビ *Palaemon (Palaemon) paucidens* のように大卵を産む type もある。それに対し、幼期変態に塩分を必要としない種類がある。その中で、大型卵を少数産み、フ化直後から底着生活を送るグループ (Shokita, 1973 a,b¹⁰⁾¹¹⁾; Shokita, unpublished), 卵径卵数は両側廻游を行う種類よりやや大きく、少いが池沼や湖で游泳生活を送り、幼生期が両側廻游性エビと同じく長い、例えば、*Macrobrachium nipponense* や *M. niloticum* (Williamson 1972)²⁰⁾ のようなグループ、それに卵径卵数や幼期の長さが両者の中間型の *Palaemonetes paludosus* (Dobkin, 1963)²¹⁾ や *M. australiense* (Fielder, 1970)²²⁾ のようなグループの3型がある。これらの純淡水性のエビ類に魚類で用いられている両側廻游 amphidromous や陸封 land-locking の用語をエビにもあてはめて考えると次のように分類可能である。

- | | | |
|--------|---|-----------------|
| 両側廻游エビ | { | 小卵型エビ …………… (1) |
| | { | 大卵型エビ …………… (2) |
| 陸封エビ | { | 小卵型エビ …………… (3) |
| | { | 中卵型エビ …………… (4) |
| | { | 大卵型エビ …………… (5) |

尚、*M. nipponense* やスジエビの幼生は淡水両水域で変態可能であるが、それぞれ、陸封性の中卵及び大卵型エビへの移行期のエビとみなすことができよう。Sollaud (1923)²³ は幼期発生の関点から (1) (2) (3) に相当するのに (A) common type, (4) に対する (B) abbreviated type, (5) に対する complete suppression type に分けている。琉球列島は (1), (2), (5) に相当するエビでしめられる。

ところで、両側廻游性エビのように海を介して分布域を広げることが不可能になっている大卵型陸封エビ (= 純淡水性エビ) の分布に注目すると、すでにふれたように琉球列島では石垣島と西表島にのみ分布するという事実である。また、琉球列島周辺に目を向けて、大卵型 (陸封) エビ類についてみわたすと、台湾と中国大陸には *Caridina denticulata sinensis* (Kemp, 1918²⁴) ; Kubo, 1938²) と *M. asperulum* (de Man, 1904²⁵) ; 牧・土屋, 1923²⁶) ; Holthuis 1950²⁷) ; Yu and Miyake, 1972²⁸) が分布し、朝鮮半島には *C. d. koreana* (kubo, 1938)² が分布している。*M. asperulum* は南東シベリヤにも分布している (Holthuis, 1950)²⁷)。南西日本には *C. d. denticulata* (Kubo, 1938²) ; 上田, 1970⁵) が分布する。以上のことから大卵型エビは大隅海峡より宮古凹地間の東北琉球と中部琉球には分布していない。特に、*C. d. denticulata* とその亜種は南西日本、朝鮮、中国、台湾及び南西琉球を結ぶ線上に分布している。その分布構造がほゞC状になるので、以後「C状分布」と称する。

ところで、*M. shokitai* が西表島に孤立分布をし、*C. brevirostris* と *C. d. ishigakiensis* 及びその近縁種が不連続分布をしていることはどう解釈すればよいのであろうか。その問題について、卵の大型化の問題と分布構造を地史と関連させて、更に種分化にもふれつつ次に若干論議を試みる。

遺留型分布説

恒温動物の体の大きさが南から北に行くにつれて大きくなるというベルグマンの法則 Bergmann's rule は、低緯度から高緯度に行くにつれての“Cline”の成立に対して、温度が重要な役割を演じているといわれる。しかし、反ベルグマンの法則もみられ、またその法則に対する論争が行われている (皆森, 1957)²⁹)。海産無脊椎動物においては、極地や深海に分布するものほど同一属内で卵や幼生が熱帯に分布するものよりも大きくなる。すなわち、北極地方産の95%もの底性無脊椎動物が大型卵を産み、non-pelagic 幼生を産出するという Thorson (1950)³⁰) の報告のように、大きさについて南北及び浅海深海との間の卵や産出幼生の大きさの連続変化についても認められている。同様に、極地や低温な深海に生息する魚類の卵や幼生は熱帯、浅海産の魚類の卵に比べて大きいとされている (Marshall, 1953)³¹)。水野 (1961 a, b)^{32, 33}) や西島 (1962)³⁴) 等によって研究が進められているいわゆる琉球列島と日本のヨシノボリの卵や幼生にも同様なことが成立しているといえよう。また、陸水エビ類の中にも同様な傾向がみられる。例えばスジエビの卵は上田 (1970)⁶) によれば、北海道産は他の地方のものより大きくなっており、本種の「北方への広がり」と卵の大きいこととの間には、或有機的關係がひそんでいる」ことを指摘している。また、主に南西日本以南に分布するヌマエビ *Paratya compressa compressa* においても比較的低温な池沼や堀などのエビは河川産 (おそらく両側廻游を行うことが考えられる) より卵は大きく、かつ、東北日本で分化したと考えられる本種の亜種 *Paratya compressa improvisa* の卵は種より大きくなっていることが報告されている (上田, 1970)⁵)。すなわち、陸水エビ類における「大きさの法則」は皆森 (1957)²⁹) の三つの法則の分け方のうち、第1、分布

における大きさの法則(南北における cline の成立する場合)と第2, 生態における大きさの法則(生息環境の温度と大きさとの間の関係)に合致する。

このように寒冷な環境において、卵や幼生の大きさと温度適応について、Thorson (1950)³⁰⁾ は食物の必要量と食物をめぐる種間競争に関して論議している。すなわち、大きい個体ほど生存に必要な食物の相対量は少なくてよいといわれているように、幼生(特に planktonic larva)の食物の少ない極地方では、フ化時の体の大型化が有利になるわけである。また、食物の奪い合いが起る際は大きい個体が淘汰されにくいことがいえるであろう。Marshall (1953)³¹⁾ も Thorson の見解を受け入れている。ここで、Thorson や Marshall 等の見解をふまえた上で、寒冷地に分布すべきはずの大卵型エビがなにゆえに亜熱帯や熱帯の温度勾配の低い河川に孤立あるいは不連続分布をするかという問題について検討する。ところで、卵の大型化のしくみは依然として疑問が残されているいろいろな要因が考えられるが、ここでは上記の生物分布と温度に関する諸説にしばって考察することにする。

そこで、卵の大型化に対する南北あるいは温暖地と寒冷地との cline 現象を認めると亜熱帯に大型卵のエビが分布するためには、寒冷気候を亜熱帯近くまでおろしてやる必要がある。すなわち、歴史を地質時代にさかのぼって、第四紀氷河期の氷河期を考慮しなければならない。大氷河時代といっても温帯、熱帯でそれぞれ年平均10度、5度くらいしか温度が下らなかったといわれる(竹内, 都城, 1972)³⁵⁾。しかし、そのような温度降下にかかわらず、氷河時代は当時の生物に巨大な影響を及ぼし、その影響が現在まで濃厚に残っている事実であると考えられるのではあるまいか。すなわち、4回にわたる氷期の環境変遷の歴史は、それに対応した生物の生活様式や分布に巨大な変化をもたらしている。陸水エビ類においても、寒帯、温帯に分布していた種はほとんど死滅したか、あるいは北方で耐寒力を獲得した大卵型のエビ類は南下したことは充分考えられる。このように、氷河によって寒冷気候が南下した際に、(1)両側廻游性エビや小中卵型陸封エビの中から大卵型のエビが分化し、全生活史を淡水で送るものに変ったという考え方、それに、(2)すでに氷河時代以前に大陸北方(南西琉球産の陸封エビについては北支、シベリア想定)で大卵性を獲得したものが、氷河の襲来と共に南進したという、すなわち、現在の南西琉球に分布する陸封エビは氷河時代が終わった後、海進の結果、島が孤立し、ために隔離されて、そこで種にまで分化した第3紀性エビの氷河時代の遺留型分布 relict pattern であるという見解の2つが考えられる。尚、relict pattern の用語は Darlington (1957)³⁶⁾に従った。

次に2つの考え方についてさらに検討すると、(1)の考え方からすると中部琉球や東北琉球にも大卵型陸封エビが分布してもよさそうであるが、実際は否定されることになる。そうなると(1)の考え方の可能性はうすれてくる。しかし、元々生息していたが、種間競争の結果淘汰され絶滅してしまったとすると(1)も考えられないわけでもないが、大卵型エビの生活している南西琉球の河川で問題になりそうな動物はサワガニの仲間やヨシノボリ、ボウズハゼ及びオオウナギ等で、これらの動物は中部、東北琉球にも生息しているので、種間競争はあまり問題にならないと考えられる。生物は環境の激変のない限り、生活空間を細切れにすみわけ、生存し続け、子孫維持に努めるのではあるまいか。

そうなると(2)の考え方の方が有力になってくる。この北方種の南下説は他の動物も同様に南進したといわれることと考え合わせると充分理解される。そして、大卵型陸封エビの一方は北支、シベリヤ地方に氷河の襲来と共に、中国大陸、台湾及び南西琉球が陸続きであった第四紀初期の頃に移動してきた。その頃すでに官古凹地があった(湊, 1972)³⁷⁾ ために、中部琉球への分布が

不可能になったことが考えられる。また、他のグループは間氷期の比較的温暖な時に再北進もあったものと思われる。ミナミヌマエビ *C. d. denticulata* のようなグループは朝鮮半島と日本列島が陸続きの頃に移動して、南西日本に分布を広めた。当時、日本南西部は近海に暖流が流れていた(多田, 1965)³⁸⁾ ため、比較的温暖であったことが考えられ、ミナミヌマエビの生息を可能にしたことが考えられる。さらに、南九州より東北、中部琉球への大卵型エビ類の北コースからの南進は、すでに洪積世前期 (Donau 氷期の頃) にトカラ海峡ができており、また、大隅海峡が供積世中期の Riss 氷期の頃には形成されていた (Minato et al 1965)³⁹⁾ ために南下がはばまれたことが考えられる。このように、地史と関連させて考えると、中部、東北琉球になぜ大卵

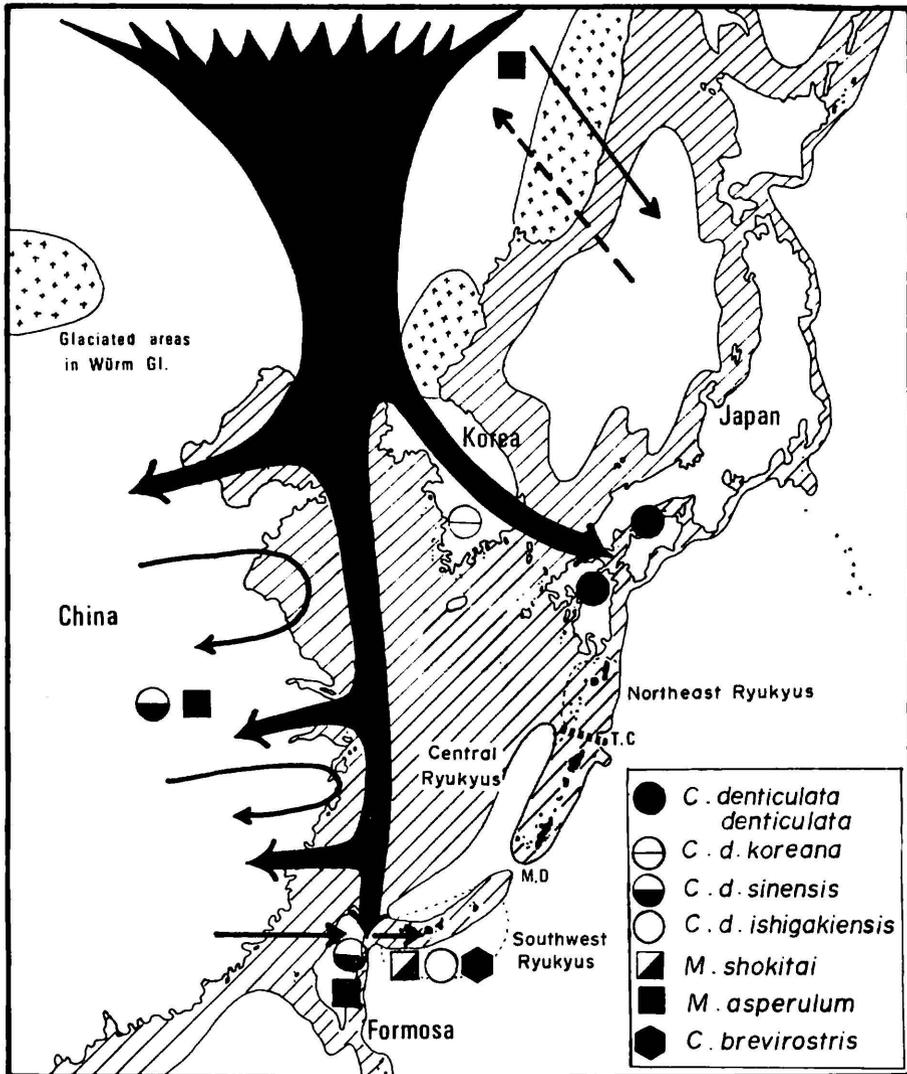


Fig. 5 Map of East Asia, showing the distribution of the land-locked shrimps with eggs of large size and their suggested removal patterns at the glacial ages. The oblique line parts indicate the lands when were retired sea water by the glaciation at the beginning of Pleistocene after Minato (1972). M. D = Miyako Depression, T. C = Tokara Channel.

型陸封エビ類が分布しないかという問題が解けてくるような気がする。

ところで、河川陸封性動物の多くはもはや海を介して他の河川に移動することはほとんど不可能になっているが、陸封エビの南下ははたしてどのような経路で移動したかということが問題になる。この疑問については、氷河期の海退の際の海面低下は135mにもなった（戸谷, 1966）⁴⁰ともいわれるので、日本海や東シナ海にそそぐ広範囲な地域の河川が同一水系に合したらしいことは、海底谷や埋積谷の海底地形の存在が一般に認められていることから、そこを通じて淡水魚類が移動したことも考えられているので、陸封エビ類も同様な経路で移動したことは理解されることである。陸封エビ類の分布とその移動模式図を第5図に示した。図中、東南シベリヤの *M. asperulum* については、実線と点線で示したように、氷期に閉鎖された日本海で寒さをしのぎ、間氷期には再び元に復したことが考えられる。

次に東部アジアの陸封エビ類の場合とほぼ同じように、氷河の襲来と共に南進したと考えられる東南アジアにおける大卵型エビ類の分布とその移動について、前述のことがらと比較する意味で、ここで若干論議を試みたい。

第6図に示すように東南アジアの大卵型エビ類は、洞穴性テナガエビの *M. cavernicola* がインドのアツサム地方の Siju 洞穴に分布しており（Kemp, 1924）⁴¹、また、淡水性のテナガエビで山間部に生息する *M. pillimanus*, *M. sintangense* 及び *M. trompii* がマレイ半島、スマト

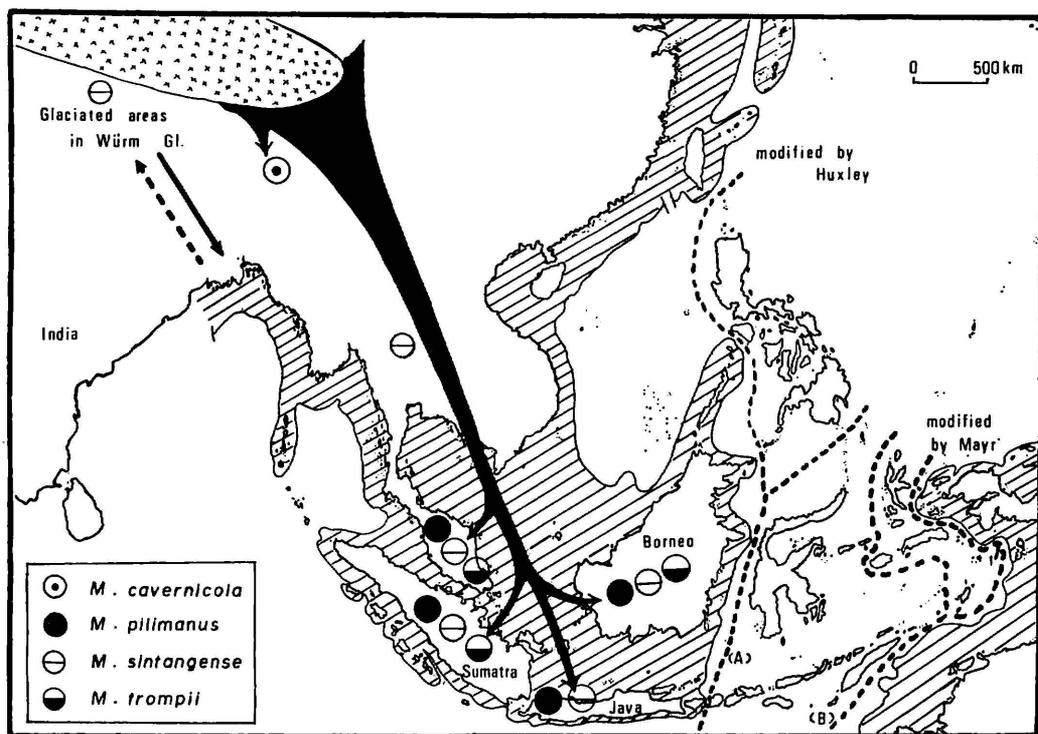


Fig. 6 Map of Southeast Asia, showing the distribution of the large egg type prawns and their removal patterns which seem to be gone toward the south regions at the glacial ages. The oblique line parts indicate the lands when were retired sea water by the glaciation of the glacial ages after Carlquist (1965) and Minato (1972). The broken lines show the Wallace's line (A) and the Weber's line (B), respectively.

ラ、ボルネオ及びジャワに分布している (Holthuis, 1950)²⁷⁾。担し、*M. trompii* はジャワには欠く。これらのエビ類の幼期発生が不明であるが、南西琉球の陸封エビ類の例 (Shokita, 1973 a, b; Shokita, unpublished) と、それに山間地のの上流部の habitat (Holthuis, 1950)²⁷⁾ からして、幼期は短縮され河川陸封されていることが帰納される (Shokita, 1973)¹⁰⁾。

ところで、これらの大卵型エビ類の分布構造に注目すると、第四紀の氷期に陸地化した所 (Carlquist, 1965)⁴²⁾、すなわち、ウォーレス線の西部に分布していることである。図中、台湾と琉球列島付近は洪積世初期の地形で湊 (1972)³⁷⁾ による。また、チベット高原の氷河はウルム氷期の氷床を示す (竹内・都城, 1973)³⁵⁾。そこで、大卵型エビ類がウォーレス線より東部に分布していないことについて考えてみると、すでに述べたように、卵の大型化のしくみのひとつに、食物量の少い寒冷な環境でなければならないという命題を採用すると、これらのエビ類の起原はメコン川上流の高山気候のチベット高原付近を想定することが可能である。このように高山性寒冷気候の所で、大卵性を獲得したエビ類が氷河の襲来と共に南下し、一方はアッサム地方の比較的水温の高い地下水系の洞穴に封じ込みられ、他方のグループは、さらに南進し、マレイ半島、スマトラ、ボルネオ、ジャワ等の山間部に分布するようになり、そこより東部への分布は陸地化しなかったため、海水によってはぐまれたことが推測されるわけである。

ところで、東南アジアにおいて氷河によって海水準降下があった際に、河川であった跡が今日海底下に明瞭に残されている (Kuenen, 1950)⁴³⁾ が、これらの河川系が現在の陸上河川系とみごとに結ばれ、ほぼ同一水系に合流することから、そこを通して大卵型エビ類が移動したらしいことは充分理解されることである。また、現在これらのエビ類は氷河期の河川系跡に通ずる川にほとんど生息していることは、当時、これらのエビ類の移動分散があったひとつの傍証と考えられる。

大卵型陸封ヌマエビの分布と種分化

ミナミヌマエビ *Caridina denticulata denticulata* とその亜種はC状不連続分布をしていることはすでにふれた通りである。これらのエビ類の形態を比較してみると、類似度から、*C. d. ishigakiensis* (石垣島) → *C. d. sinensis* (台湾、中国) → *C. d. koreana* (朝鮮) → *C. d. denticulata* (南西日本) の順にはぐ南から北に行くにつれて連続変異がみられる。すなわち、C状分布の両端において、形態特に額角にかなりの違いが見られる (Fujino and Shokita, 1974)⁷⁾。台湾と中国産は同一亜種になっているのは台湾海峡の成立がごく新しい洪積世末である (徳田, 1970)⁴⁴⁾ とされていることから理解されよう。また、南西琉球が大陸と分離されたのは第四紀中期 (湊, 1972)³⁷⁾ とされているので、島嶼隔離期間が台湾より長く、亜種に分化したことが考えられる。中部、東北琉球に分布しないのは前述の海峡成立によって説明されよう。これらの4種の中で、どの種が先祖かということが問題になるが、すでに述べたように大陸北方起原のものが氷河で南進したとする説からすると、やはり、分布構造からして、*C. d. sinensis* から派生し、一方は朝鮮半島や南西日本に移動して、それぞれ種分化が起り、一方は台湾をへて、南西琉球で種分化が起ったとみなす方が妥当と考える。

Macrobrachium shokitai の分布とその起原

卵径が大きく、初期発育史が極端に短縮されている *M. shokitai* (Shokita, 1973)¹⁰⁾ は西表島の山間部に孤立分布しているが、その形態は両側廻游の小卵を多数産む *M. formosense* に類似

している (Fujino and Baba, 1973)⁶⁾。しかし、卵径や卵数から比較すると、台湾、中国及び南東シベリアに分布する *M. asperulum* に類縁関係が深いといえる。*M. asperulum* の幼生発生が不明ではあるが、卵径や山間流性の habitat からして、フ化直後から底着生活をするのが考えられる (Shokita, 1973)¹⁰⁾。もし、このことが真実である (可能性強い) とすれば、前述の *Caridina denticulata ishigakiensis* の例と同様に、*M. shokitai* は大陸産の *M. asperulum* から分化し、島嶼隔離によって、西表島で特殊進化したとみなす方がよいように考えられる。しかし、このことについては、兩種とさらに形態的に類似している *M. formosense* との詳細な比較研究が必要であり、調査後あらためて論議したい。

琉球列島の陸水エビ類の分布境界線

第1図に示すように、南から(1)台湾、南西琉球間、(2)宮古凹地、(3)トカラ海峡、(4)大隅海峡、(5)琉球海溝に設定することが可能である。それぞれの境界線の設定理由は、(1)については、南西琉球には固有種が4種分布し、台湾にはその報告がなく、*M. asperulum* や *C. d. sinensis* が南西琉球に分布しないことによる。(2)については、中部琉球には大卵型陸封エビ類が分布していないことによる。(3)は東北琉球に分布する北方系のスジエビが中部琉球に分布していない、また、多くの南方系のテナガエビやヌマエビ類が中部琉球どまりになっていることによる。(4)については、南西日本に分布する大卵型陸封エビのミナミヌマエビが東北琉球に分布していない理由による。更に(5)については、大洋島の南大東島に1属1種、*Antecaridina lauensis* が洞穴に生息しており、この種が他の島々で発見されていないことによる。これらの分布境界線の(2)と(3)が哺乳類、鳥類、両生爬虫類、昆虫に対する渡瀬線、鳥類に対する蜂須賀線と一致していることは興味深い。水生昆虫でもトカラ海峡と宮古凹地に、いくつかの種の分布境界線が考えられている (谷田, 1974)⁴⁵⁾。

以上筆をおくにあたって、この種の問題を扱うには、多くの仮定の上で論理が組み立てられているが、これらの仮定が否定されれば、これまでの論議の多くは崩壊するものである。ここに私見をのべ、多くの方からの御批判をたまわれたら幸いである。

要 約

琉球列島の陸水エビ類について、地理的及び生態分布について述べた。7割近くは熱帯、亜熱帯系のエビで占められ、琉球固有種がそれについて多く、北方系のエビは少い、陸水を地上河川系と洞穴地下水湧泉系にわけて、それぞれの水域に出現するエビをみると、全ての陸水にエビは生活空間を広げている。河川におけるエビ類の垂直分布については、純淡水性エビ類は上流部に、両側廻游性エビ類は中下流部に主に分布する傾向がある。エビ類の卵径や發育史から5つに類別し、その中で大卵型陸封エビの孤立あるいは不連続分布について、地形地史と関連させて論及し、氷河期の遺留型分布説をとえ、更に、これらの陸封エビ類の種分化の問題について若干論議した。また、いくつかのエビ類の分布境界線を設定した。

参 考 文 献

- 1) Stimpson, W. : Prodrum descriptionis animalium evertibratorum, quae in Expeditione ad Oceanum Pacificum Septentrionalem, a Republic Federata missa, C. Ringgold et J.

- Rodgers Ducipus, observavit et descripsit. *Proc. Acad. Nat. Sci. Philad.*, 1860. 22-48 (91-117), (1860).
- 2) Kubo, I. : On the Japanese atyid shrimps. *J. Imp. Fish. Inst.*, 33 (1), 67-100, (1938).
 - 3) ——— : Studies on Japanese palaemonid shrimps. I. *Palaemon. J. Imp. Fish. Inst.*, 34 (1), 5-30, (1940).
 - 4) ——— : On some fresh-water shrimps from the Ryukyu Islands. *Trans. Biogeogr. Soc. Jap.*, 3 (3), 303-318, (1941).
 - 5) 上田常一：日本淡水エビ類の研究。園山書店，松江，1-213，(1970)。
 - 6) Fujino, T., & K. Baba : A new fresh-water prawn of the genus *Macrobrachium* (Crustacea, Decapoda, Caridea) from Iriomote Island of the Ryukyus. *Annot. Zool. Japon.*, Tokyo, 46 (2), 100-110, (1973).
 - 7) ———, & S. Shokita : Report on some new atyid shrimps (Crustacea, Decapoda, Caridea) from the Ryukyu Islands. *Bull. Sci. & Eng. Div., Univ. of the Ryukyus.*, 18, 93-113, (1974).
 - 8) 倉本正：琉球列島のヌマエビ科エビ類について一特にエビ類の生態学的観察一。宇部短大学術報，181-189，(1963)。
 - 9) 諸喜田茂充：ミナミテナガエビ (*Macrobrachium formosense* Bate) の増殖に関する研究—I室内飼育水槽での幼期変態について。沖生誌，6 (8)，1-12，(1970)。
 - 10) Shokita, S. : Abbreviated larval development of the fresh-water prawn, *Macrobrachium shokitai* Fujino et Baba (Decapoda, Palaemonidae) from Iriomote Island of the Ryukyus. *Annot. Zool. Jap.*, 46 (2), 111-126, (1973a).
 - 11) ——— : Abbreviated larval development of fresh-water atyid shrimp, *Caridina brevisrostris* Stimpson from Iriomote Island of the Ryukyus (Decapoda, Atyidae). *Bull. Sci. & Eng. Div., Univ. fo the Ryukyus*, 16, 222-231, (1973b).
 - 12) 小西健一：琉球列島(南西諸島)の構造区分。地学雑，71 (840)，437-457，(1965)。
 - 13) Holthuis, L. B. : The Atyidae of Madagascar. *Mem. Mus. Hist. nat. Paris*, n. ser. ser. A, 33 (1), 1-48, (1965).
 - 14) 可児藤吉：可児藤吉全集，全一卷。思索社，東京，1-422，(1970)。
 - 15) Holthuis, L. B. : An Enumeration of the Crustacea Decapoda Natantia inhabiting subterranean waters. *Vie et Milieu*, 7, 44-76, (1956).
 - 16) Ling, S. W. : The general biology and development of *Macrobrachium rosenbergii* (De Man). *FAO Fish. Rep.*, 57 (3), 589-606, (1969).
 - 17) Uno, Y. & Kwon Chin Soo : Larval development of *Macrobrachium rosenbergi* (De Man) reared in the laboratory. *J. Tokyo Univ. Fish.*, 55 (2), 179-190, (1969).
 - 18) Choudhury, P. C. : Complete larval development of the palaemonid shrimp *Macrobrachium acanthurus* (Wiegmann, 1836), reared in the laboratory. *Crustaceana*, 18, 113-132, (1970).
 - 19) ——— : Complete larval development of the palaemonid shrimp *Macrobrachium carcinus* (L.), reared in the laboratory (Decapoda, Palaemonidae). *Ibid.*, 20, 51-69, (1971).
 - 20) Williamson, D. I. : Larval development in a marine and a freshwater species of *Macrobrachium* (Decapoda, Palaemonidae). *Crustaceana*, 23, 283-298, (1972).
 - 21) Dobkin, S. : The larval development of *palaemonetes paludosus* (Gibbes, 1850) (Decapoda, Palaemonidae), reared in the laboratory. *Crustaceana*, 6, 41-61, (1963).

- 22) Fielder, D. R. : The larval development of *Macrobrachium australiense* Holthuis, 1950 (Decapoda, Palaemonidae), reared in the laboratory. *Crustaceana*, 18, 60-70, (1970).
- 23) Sollaud, E. : Le developpement larvaire des "Palaemoninae" I. Partie descriptive. La condensation progressive de l'ontogénèse. *Bull. Biol. France et Belg.*, 57, 509-603, (1923).
- 24) Kemp, S. : Decapod and Stomatopod Crustacea. In: Annandale, N., Zoological results of a tour in the Far East. *Mem. Asiat. Soc. Bengal*, 6, 286-289, (1918).
- 25) Man, J. G. de : On some species of the genus *Palaemon*, Fabr., from Tahiti, Shanghai, New Guinea and West Africa. *Trans. Linn. Soc. London*, 537-550, (1905).
- 26) 牧茂市郎, 上屋寛 : 台湾産十脚類図説。台湾総督府中央研究農報, 3, 1-215, (1923)。
- 27) Holthuis, L. B. : The Decapoda of the Siboga Expedition, 10. The Palaemonidae collected by the Siboga and Snellius Expeditions with remarks on other species, 1. Subfamily Palaemoninae. *Siboga Exp. Monogr.*, 39 9, 1-367, (1950).
- 28) Yu, H.-P. & S. Miyake : Five species of the genus *Macrobrachium* (Crustacea, Decapoda, Palaemonidae) from Taiwan. *OHUM, Occ. Pap. Zool. Lab. Fac. Agr. Kyushu Univ.*, 3 (6), 45-55, (1972).
- 29) 皆森寿美夫 : 温度と体の大きさについての種分化。生物科学, 9(2), 80-85, (1957)。
- 30) Thorson, G. : Reproductive and larval ecology of marine bottom invertebrates. *Biol. Rev.*, 25, 1-45, (1950).
- 31) Marshal, N. B. : Egg size in arctic, antarctic and deep-sea fishes. *Evolution*, 7, 328-341, (1953).
- 32) 水野信彦 : ヨシノボリの研究—I 生活史の比較。日水誌, 27 (1), 6-11, (1961a)。
- 33) ——— : ヨシノボリの研究—II 形態の比較。日水誌, 27 (4), 307-312, (1961b)。
- 34) 西島信昇 : 沖縄産ヨシノボリの2型。動雑, 77 (12), 397-398, (1962)。
- 35) 竹内均, 都城秋穂 : 地球の歴史。NHKブックス, 東京, 1-235, (1972)。
- 36) Darlington, P. J., Jr. : Zoogeography, the distribution of animals. Wiley, 1-675. (1957).
- 37) 湊正雄 : 氷河時代の世界。築地書館, 東京, 1-259, (1972)。
- 38) 多田文男 : 自然環境の姿貌 —平野を中心として—。東大出版会, 東京, 1-282, (1965)。
- 39) Minato, M. et al. : The geologic development of the Japanese Islands. Tsukiji Shokan, Tokyo, 1-442, (1965).
- 40) 戸田洋 : 氷河の消長に関する若干の問題。地理, 11 (3), 18-23, (1966)。
- 41) Kemp, S. : Crustacea Decapoda of the Siju Cave, Garo Hills, Assam. *Rec. Ind. Mus.*, 26, 41-48, (1924).
- 42) Carlquist, Sherwin : Island Life. A Natural History of the Islands of the World. *Natural History Press (Amer. Mus. Nat. Hist.)*, New York, 1-451, (1965).
- 43) Kuenen, H. : Marine geology. John Wiley, (1950), (羽鳥, 紫崎, 1971より引用)。
- 44) 徳田御稔 : 生物地理学。築地書館, 東京, 1-199, (1970)。
- 45) 谷田一三 : 琉球列島の水生昆虫相とその特徴 (予報) — I — 1973年夏の採集結果を中心に—。琉球列島の自然とその保護に関する研究— (I) (池原貞雄編), 1973. 161—174, (1974)。

追記： 本稿投稿後下記2文献を知った。

孫殿卿，楊懷仁：大氷期時期中国的水川遺跡。地質学報，41巻3～4期，233—244，(1961)，(保柳，1966年より引用)。

中国大陸の水河遺跡は中国西部の高原，山地方面から，現代は中国の中部，東部の山地，兵陵地方面に論議の中心が移され，なんと中国主要部のほとんど全土にわたって水河遺跡が報告されていることである。その水河遺跡の配置図をみると，水河襲来と共に比較的温暖な海洋性気候の琉球列島や東南アジアへ寒さでおわれた生物が避寒したらしいことがうかがえる。

Kamita, T. : Four species of the Nepalese prawns. *Res. on Crustacea*, No. 6, 1-16, (1974).

大卵型陸封エビの *Macrobrachium sintangense* がネパールから報告されている。本種の生息地はガンジス川の源流部付近の高山性気候域であるが，氷期の際は下流部に避寒し，間氷期に元に復したことが考えられる。