

氏 名 (本籍)	ちよう 張	せい 成	ねん 年
学位の種類	農	学	博 士
学位記番号	農 博 第	349	号
学位授与年月日	昭和 61 年 3 月 25 日		
学位授与の要件	学位規則第 5 条第 1 項該当		
研究科専攻	東北大学大学院農学研究科 (博士課程) 水産学専攻		
学位論文題目	大型甲殻類における種内分化に関する 研究		

論文審査委員 (主 査)

助教授 藤 尾 芳 久	教授 川 崎 健
	教授 野 村 正

論文内容要旨

水産動物の育種にとって異なった遺伝子組成を有する地域集団は育種素材として重要であり、そのため種の遺伝的変異量と種内分化の程度を明らかにする必要がある。魚類、貝類ではその遺伝的変異量、集団構造について多く調査されているが甲殻類では少なく、特に種ごとの種内遺伝的分化程度を比較した例はない。さらに、異なった生息域に広く分布している大型甲殻類は遺伝的分化程度と隔離作用との関係を調べるためには非常に良い材料である。

本研究は水産上重要種が多い大型甲殻類、特に十脚目を中心としてアイソザイム分析により遺伝的変異量および地域集団の分化程度を推定し、種内分化に関連する隔離要因を明らかにすることを目的とした。第一章では、アイソザイム遺伝子分析によって大型甲殻類32種の遺伝的変異量を推定し、第二章では、生息域を異にする12種における地域集団間の遺伝的分化の程度を定量し、第三章では、同一河川水系で発見したスジエビの遺伝的2型の分布、形態について分析を行い、第四章では、スジエビ2型の全国的な分布と形態について調査をおこない、第五章では、遺伝的変異量、種内分化の程度、隔離作用について総合考察をおこなった。

第一章 大型甲殻類における遺伝的変異量

十脚目32種についてアイソザイム分析を行い、遺伝的変異量を表す平均ヘテロ接合体率の観察値 (H_o) と期待値 (H_e)、多型率 (P) を求めた(表 1)。各種における H_o は H_e によく一致したので標本は遺伝的に同一の集団からの標本と考えられた。 P と H_o の関係は中立説にもとづく理論式によく一致し、調べたアイソザイム遺伝子は中立であるとみなしうると考えた。十脚目の遺伝的変異量は H_e で平均4.1%、 P で11.3% であり、一般的に高い変異を保有しているとされている無セキツイ動物の中では特に低い部類に属し、セキツイ動物での値に近かった。しかし、種によって遺伝的変異量は大きく異なり、生殖時に性比がかたよるグループでは変異量が低い傾向が見られた。また、繁殖様式としての卵サイズと、遺伝的変異量との関係を調べたところ、小卵を産するものは低い遺伝的変異を示し、大卵を産するものは高い傾向がみられた。このことから、集団の有効な大きさを左右する繁殖生態と、遺伝的変異量との関係が示唆された。

第二章 大型甲殻類における種内遺伝的分化

遺伝的分化の程度を表す G_{ST} と遺伝的距離を、海産種6種、陸水種6種の地域集団の遺伝的変異の分布から求めたところ、海産種は、陸水種に較べて遺伝的分化程度が非常に低かった(表 2)。しかし、陸水種の中でも湖沼集団は河川集団に較べて分化程度が高かった(表 3)。これらのことから、地理的隔離が分化に大きく影響しているものと考えられた。また、河川に生息する種では幼生の塩分耐性と浮遊期間の違いによって、分化が大きく異なることから(図 1)、地理的隔離とは別に、幼生期での河川間の海域を通しての交流すなわち種による移動能力の違いも分化程度に関与する要因であると考えられた。

第三章 同一河川におけるスジエビの遺伝的2型

名取川水系、阿武隈川水系において、スジエビの遺伝的2型が発見され、*Gpi*, *Mpi*, *Mdh-1*, *Mdh-2* の4遺伝子座における特徴的な対立遺伝子の有無で2つのタイプ(AとB)に分けられた。(表 4)。さらに、両タイプの額角下縁歯数のモードと卵体積に顕著な差異がみられた。両タイプが混合しているところでも両タイプの交配型は見られなかったため、両タイプは生殖的に隔離しているものと考えられた。

第四章 スジエビ地域集団の遺伝的分化

宮城県から広島県にわたる9湖沼と11河川で採集したスジエビのアイソザイム遺伝子を分析したところ、2つのタイプに類別することができた。Aタイプは湖沼、河川に広く分布する一方、Bタイプは河川のみに見られた。Nei の遺伝的距離から、A・Bタイプ間は亜種レベルの値である0.1を越え、Aタイプ内では地方品種レベルである0.01を越える大きな分化を示すことがわかった。一方、Bタイプ内での分化は非常に低かった(図 2)。

Aタイプ内では、湖沼集団間の方が河川集団間よりも大きな分化をしめした。地域集団ごとの卵サイズを比較したところ、Aタイプは小~大卵まで大きな地域差を示す一方、Bタイプでは中卵だけが見られた(図 3)。A・Bタイプは互いに交尾をしないが、両タイプ内では頻繁に交尾がみられたことから、A・Bタイプ間には交尾を妨げる何らかの機構が働いているものと考えられた。

第五章 総合考察

遺伝的変異量 (H_e) と分化程度 (G_{ST}) の関係 (図 4) から、多量の遺伝的変異を保有していても、隔離がない海洋では分化は起こらないこと、多量の変異を保有ししかも強い隔離が働けばスジエビ A タイプのように大きな分化が起こること、そして、テナガエビのように変異性が低い種でも強い隔離によって大きな分化が起こることがわかった。

種内分化の程度が特に高かったテナガエビ、スジエビでは地域集団ごとで、幼生の塩分に対する耐性と浮遊期間、卵サイズ、額角の形態等の形質が異なっていることが明らかになったので、アイソザイム遺伝子分析による地域集団間の遺伝的変異の程度を明らかにすることは、生態的、生理的、形態的な形質の遺伝的変異を予測するために役立つことがわかった。

表 1. 各種甲殻類の遺伝的変異量

	遺伝子座数	平均ヘテロ接合体率		多型率
		H_e	H_e	P
クルマエビ科 3種	13-19	0.078(0.041-0.123)	0.075(0.037-0.126)	0.198(0.154-0.385)
ヌカエビ	14	0.049(0.036-0.070)	0.047(0.035-0.064)	0.135(0.071-0.214)
エビジャコ科 2種	14	0.030(0.010-0.050)	0.037(0.010-0.063)	0.107(0.000-0.214)
テナガエビ科				
スジエビ属 3種	15	0.072(0.048-0.090)	0.076(0.056-0.092)	0.192(0.133-0.243)
テナガエビ属 5種	15	0.029(0.000-0.055)	0.030(0.000-0.062)	0.073(0.000-0.150)
コエビ族平均		0.046±0.029	0.049±0.031	0.129±0.093
アメリカヤリガニ	15	0.022	0.028	0.067
オホーツク				
ホシヤドカリ	16	0.070	0.054	0.125
イボイチヨウガニ	10	0.036	0.034	0.100
クリガニ科 2種	16-17	0.011(0.000-0.022)	0.013(0.000-0.025)	0.030
ワタリガニ科 4種	15-18	0.029(0.016-0.045)	0.032(0.015-0.053)	0.076(0.059-0.111)
セビロオウギガニ	10	0.062	0.061	0.300
イワガニ科 8種	13-18	0.027(0.000-0.042)	0.027(0.000-0.043)	0.082(0.000-0.200)
短尾族平均		0.028±0.016	0.029±0.017	0.089±0.072
十脚目 32種平均		0.040±0.028	0.041±0.028	0.113±0.085

表 2. 各種分集団間の遺伝子組成の分化程度

種	集団数	遺伝子座数	H_T	H_S	G_{ST}	遺伝的距離 平均±SD
海産種	ケガニ	2	0.025	0.025	0.000	0.000
	クルマエビ	3	0.044	0.044	0.000	0.0008±0.0006
	ユビナガスジエビ	3	0.080	0.080	0.000	0.0008±0.0006
	キシエビ	2	0.119	0.119	0.000	0.0014
	サルエビ	3	0.063	0.062	0.016	0.0018±0.0011
	シャコ	2	0.135	0.132	0.022	0.0073
陸水種	ヤマトテナガエビ	4	0.036	0.036	0.000	0.0005±0.0005
	ミナミテナガエビ	4	0.064	0.062	0.031	0.0014±0.0009
	ヌカエビ	7	0.050	0.047	0.060	0.0034±0.0028
	モクスガニ	5	0.046	0.043	0.065	0.0030±0.0014
	テナガエビ	8	0.054	0.043	0.204	0.0133±0.0132
	スジエビ	20	0.154	0.092	0.403	0.0764±0.0548

表 3. テナガエビとスジエビの生息域のちがいによる分化程度のちがい

種	生息域	H_T	H_S	G_{ST}
テナガエビ	4. 湖沼 (宮城～東京)	0.038	0.029	0.237
	4. 河川 (千葉～高知)	0.065	0.057	0.123
スジエビ	9. 湖沼 (宮城～滋賀)	0.143	0.107	0.336
	11. 河川 (宮城～広島)	0.117	0.081	0.308

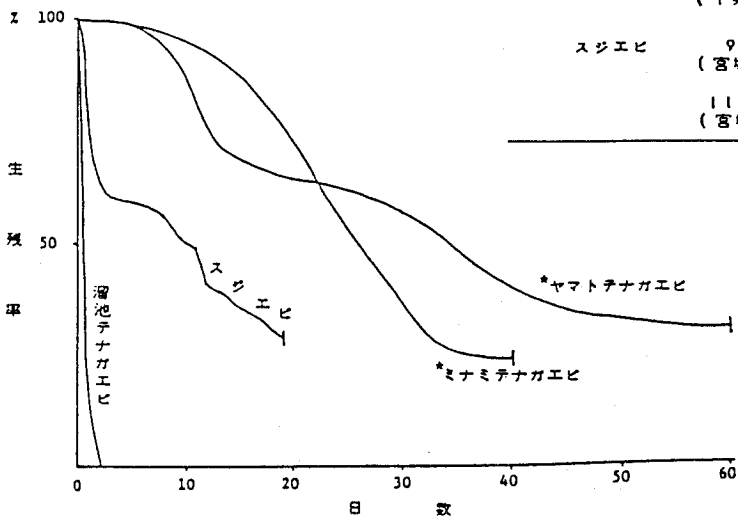


図 1. 湖水中飼育における各テナガエビ類幼生の生残模式図

*越塚 (1977) より引用

表 4. A および B タイプにおける各形質の比較

	A タイプ		B タイプ	
Gpt	A	0.848	0.001	
	B	0.132	0.968	
	C	0.019	0.019	
	D	0.001	0.012	
Mpt	(n)	319	493	
	A	0.688	0.001	
	B	0.025	0.012	
	C	0.270	0.629	
	D	0.017	0.356	
Mdh-1	E	0.000	0.002	
	(n)	319	485	
	A	0.002	0.001	
	B	0.998	0.774	
	C	0.000	0.225	
Mdh-2	(n)	310	515	
	A	0.263	0.000	
	B	0.737	1.000	
	(n)	310	515	
	Pgd	A	0.167	0.001
B		0.833	0.999	
(n)		189	379	
Pgm		A	0.005	0.037
	B	0.134	0.074	
	C	0.860	0.807	
	D	0.001	0.081	
	E	0.000	0.001	
平均頭角度数	上棘齒	5.6±0.7	6.1±0.7	
	下棘齒	2.1±0.5	2.9±0.6	
平均卵体積 mm ³ ±SD	(195)	(243)		
	(23)	(23)		
		0.913±0.094	0.503±0.070	

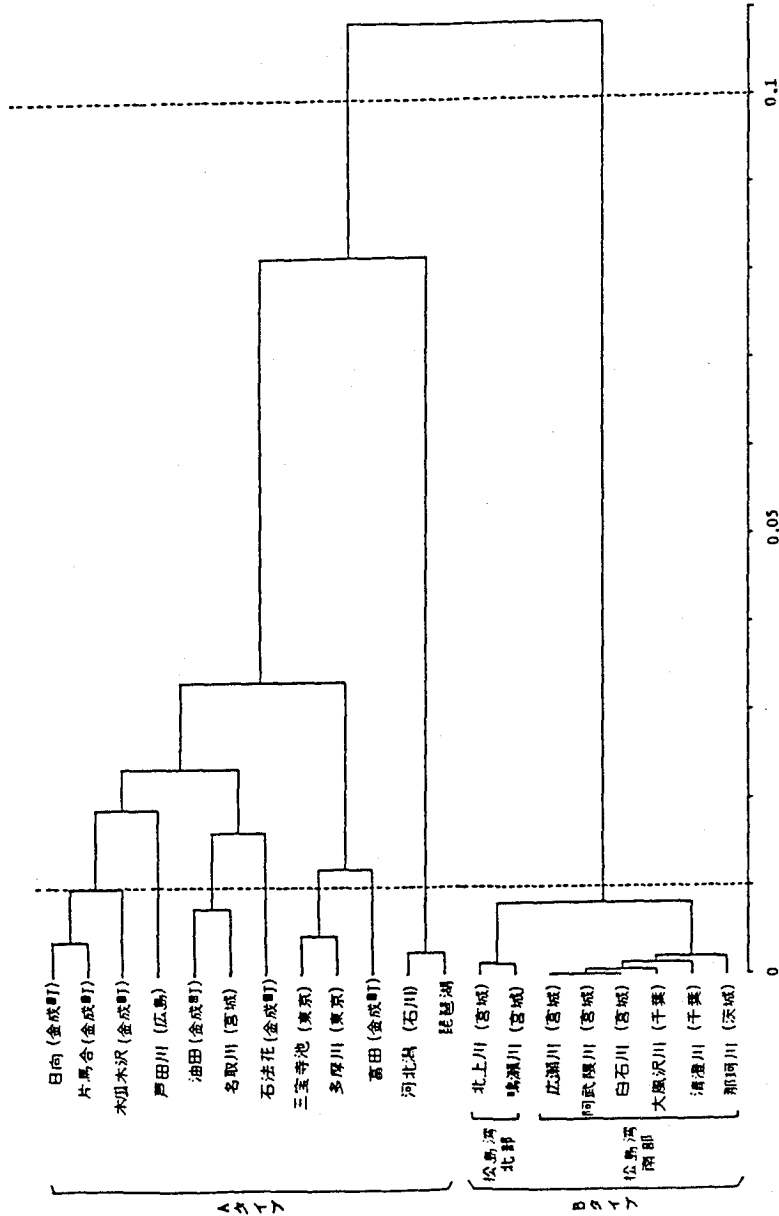


図 2. Nei の遺伝的距離によるスジエヒ黒田間の株分け図

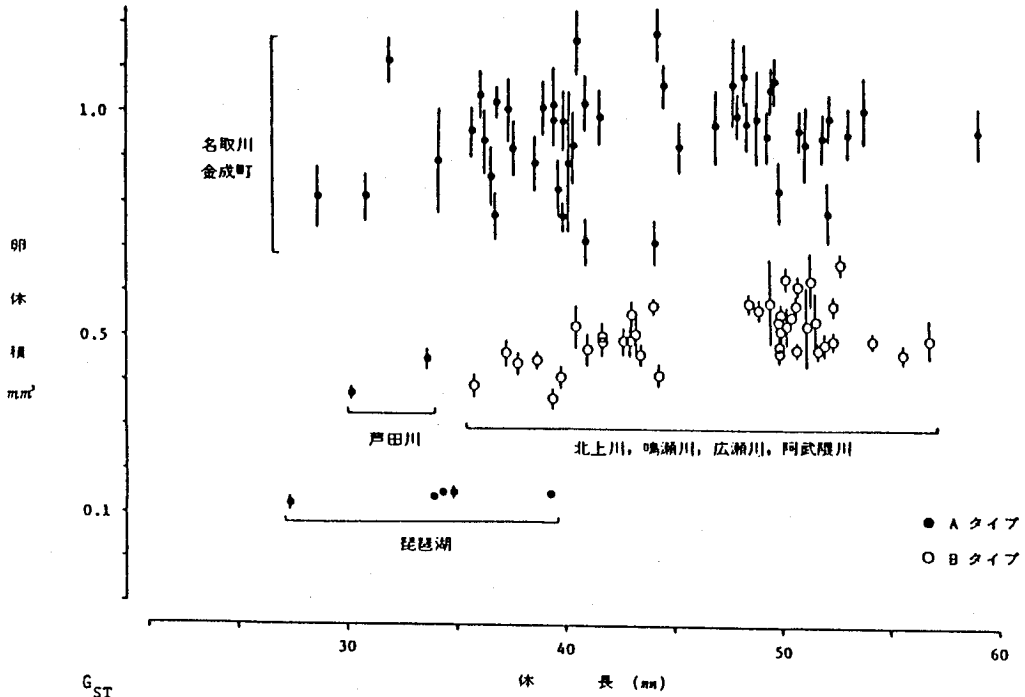


図 3. スジエビ A および B タイプの体長と卵体積との関係

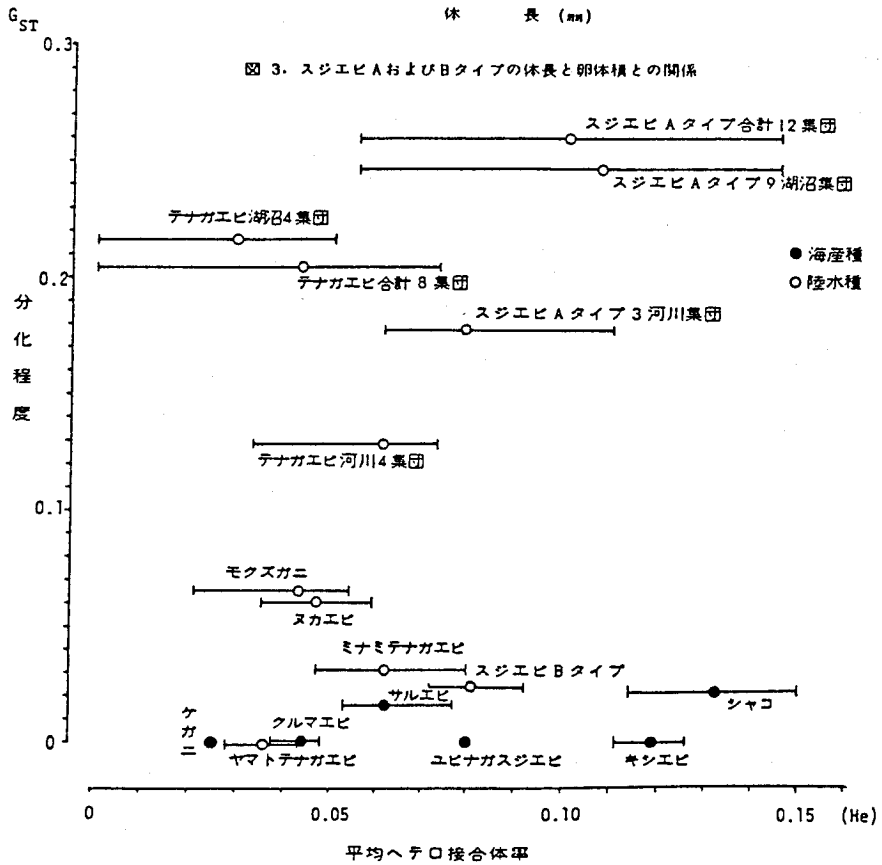


図 4. 12 種における地域集団間の遺伝的分化程度と He

審査結果の要旨

育種素材の開発には生息環境に適応して形態的生態的特性が異なる地域集団を遺伝的に把握することが必要である。そのためには種内分化と隔離作用との関係を明らかにすることは重要である。著者は異った生息域に広く分布する大型甲殻類を対象にして遺伝的変異量、種内分化の程度、隔離要因について一連の研究をおこなった。

33種を用いてアイソザイム分析をおこない、遺伝的変異量を推定し、小卵を産するものが低い変異量を示し、大卵を産するものが高いという繁殖生態との関連性を明らかにした。

海産種、陸水種の地域集団の遺伝的変異の分布から海産種は陸水種に比べて遺伝的分化が低く、陸水種の中でも湖沼集団は河川集団に比べて分化程度が高いことを明らかにした。さらに地理的隔離の他に幼生期での河川間の海域を通じた移動能力の違いが分化に関与していることを示唆した。

スジエビに遺伝的に異った2型（AとBタイプ）が存在することを発見し、Aタイプは湖沼、河川に広く分布するが、Bタイプは河川のみ分布することを明らかにした。両タイプの遺伝的距離は亜種レベルにあり、飼育実験によってお互に交尾しないことを確認した。AタイプはBタイプより遺伝的分化が高く、卵サイズ、額角の形態などの形質においても集団間に差異がみられることを明らかにした。さらに、アイソザイム分析によって地域集団の分化を明らかにすることは、生態的、生理的、形態的な形質の分化を予測するのに役立つことを示した。

これらの研究成果はアイソザイム分析による地域集団の遺伝的把握が育種素材の開発に有効であることを明らかにしている。よって、審査員一同は農学博士の学位を授与するに値すると判定した。