

別府湾奥深部域に特徴的に生息する2種のベントス,  
*Lucinoma annulata* (二枚貝) と, *Aricidea* sp.<sup>\*</sup>  
(多毛類)の分布

玉 井 恭 一

Distribution of Two Characteristic Benthos, *Lucinoma annulata* (Bivalvia) and *Aricidea* sp. (Polychaeta) in the Innermost and Deeper Part of Beppu Bay

Kyoichi TAMAI

Sampling of benthic animals in Beppu Bay were carried out three times, in November-December 1975, July 1976 and November 1977. Two characteristic benthos, namely *Lucinoma annulata* and *Aricidea* sp. were found in the innermost and deeper part of the bay. The characteristic occurrence of *L. annulata* in the deeper zone of the bay was formerly reported by MIYADI (1941).

Comparing the record of distribution in the previous paper with results of the present study, upper boundary of vertical distribution of *L. annulata* has extended to shallower part in the present study, on the other hand, azoic area was found at the deepest part of the bay where the species formerly occurred.

These changes of distributional area of *L. annulata* in recent years seemed to be mainly influenced by dissolved oxygen deficiency of bottom water and the resultant decrease of other competitive benthic animals.

It was found that shell length of this species became large with increasing water depth, but the reason is not clarified yet.

宮地<sup>1)</sup>は別府湾奥深部域にはツキガイ科に属する中型二枚貝の1種、ツキガイモドキ *Lucinoma annulata* が高密度で生息していることを指摘し、海域環境との関係を述べている。また、長浜<sup>2)</sup>は本湾における有孔虫の分布を調査し、深部域には *L. annulata* に伴って *Bulimina marginata* と *Eponides rapendus* の2種の有孔虫が優占的に出現することを見出している。

1975年から1977年にかけて別府湾全域のベントス調査が行われ、同湾奥深部域には多毛類の *Paraonidae* に属する *Aricidea* sp. が特徴的に生息していることが新たに見い出された。本種は少なくとも本邦未記録種であり、*L. annulata* とともに別府湾奥深部域を代表する主要なマクロベントスであることが明らかにされた。このような特異な分布を示す2種のベントスの出現の様相とそれらを取りまく物理・化学的、または生物学的な環境との関係に関して若干の知見を得たのでここに報告する。本研究は「埋立の漁業環境への影響に関する調査研究」の一環として行った。

本論にはいるに先立ち、本論文に対し有益な助言を与えていただいた九州大学教授菊池泰二博士および多毛類の同定に関し御指導いただいた国立科学博物館の今島実博士に謝意を表します。本論文を通読され懇篤なる指導と校閲の労をとられた南西海区水産研究所海洋部長服部茂昌博士、外海資源部長三谷文夫博士に対

1979年11月17日受理、南西海区水産研究所業績 第97号

※ 本種の種名については今島実博士により *Aricidea fragilis* 又はその極く近縁種と同定されたが、なお検討を要する。

し、それぞれ感謝の意を表します。また調査に際してご協力いただいた南西水研所属しらふじ丸の小滝船長以下乗組員の方々に厚くお礼申し上げます。

## 方 法

第1回調査は1975年11月30日～12月2日の3日間、別府湾の南半分を中心とした27地点で、また第2回・第3回調査は別府湾内全域を対象とした38地点で、1976年7月2～4日と1977年11月29・30日にそれぞれ実施した。調査採集地点は Fig. 1 に示した。調査はいずれも当水研のしらふじ丸によって行った。採集は原

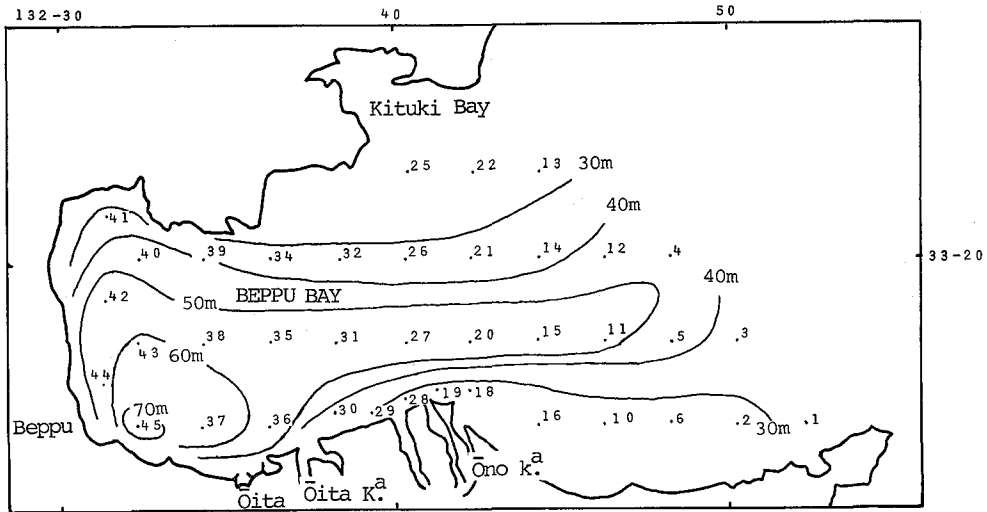


Fig. 1 The map of Beppu Bay showing isodepth contours and sampling stations.

則としてスミスマッキンタイヤ型採泥器（採泥面積、 $0.1\text{m}^2$ ）により各地点2回ずつ行い、直ちに船上で1mm目のフルイを用いて採集泥から生物を選別し、ホルマリンで固定した。その後のペントス重量・個体数の計測、種の同定は研究室に持ち帰り実施した。

## 結 果

別府湾は九州の北東部に位置し、その面積は約 $475\text{km}^2$ 、平均水深は約36mで、湾奥南側には水深70mを越す深部域がみられる。水深50m以上の水深帯は湾の南岸寄りを湾口部に向かって伸びており、湾口部付近はやや浅い鞍部を形成し、湾外に向うに従って再び深度を増している (Fig. 1)。

湾奥深部域における水温・塩分・溶存酸素量の鉛直分布を久岡ら<sup>3)</sup>、塩沢ら<sup>4)</sup>の別府湾調査結果および大分県水産試験場漁況海況予報事業結果報告書<sup>5)</sup>に基づいて示したものが Fig. 2 である。各資料はそれぞれのペントス調査にはほぼ相当する時期のものを用いている。Fig. 2 から明らかなように、水温と溶存酸素量は水深50～60mを境にして急激に低下する。また、塩分は底層付近でいくぶん高かんとする傾向がみられるが、顕著ではない。

湾奥深部域を中心とした海域を湾内の他の海域と比較した場合、底層水温は年間を通して $9\sim 18\text{C}$ 程度<sup>5)</sup>とかなり低く、季節による温度差が少ない。また、湾奥深部域は地形的にみて底層流が微弱で停滞性の強い海域になっているものと推測される。そのため水中の有機物が沈降・堆積しやすく、成層期には底層の溶存酸素量がかなり減少し<sup>4), 5)</sup>、それに伴う硫化水素の発生もみられる<sup>4)</sup>といったいわゆるペントスの夏季死圏

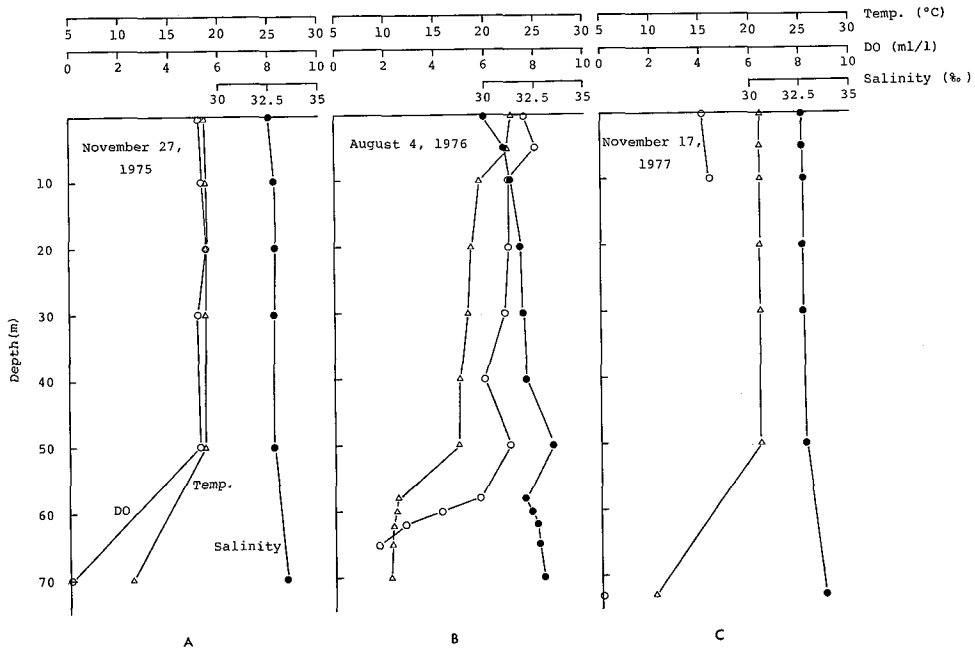


Fig. 2 The vertical distributions of temperature, salinity and dissolved oxygen at the deeper part in Beppu Bay. A: after HISAOKA, M. et al. (1976) B: after SHIOZAWA, T. et al. (1977) C: after Oita Prefectural Fisheries Experimental Station (1978).

Table 1. Some sampling data of *L. annulata* and *Aricidea* sp.

Date	No. of Sampling stations	<i>L. annulata</i>		<i>Aricidea</i> sp.	
		No. of positive stations	No. of specimens	No. of positive stations	No. of specimens
Nov. 30-Dec. 2 1975	27	7	48	4	34
July 2-4 1976	38	6	22	4	32
Nov. 29, 30 1977	38	6	39	3	14

型の生息環境状況に近い状態を呈している。

Table 1. に *L. annulata* と *Aricidea* sp. の出現地点数および採集個体数を、また Fig. 3—A~D に両種の分布域をそれぞれ示した。出現地点数は *L. annulata* で 6~7 地点、*Aricidea* sp. で 3~4 地点であり、生息域における平均生息密度は前者で 18~34 個体/m<sup>2</sup>、後者で 23~43 個体/m<sup>2</sup> 程度である。また、Fig. 3 から明らかのように両種の分布域は湾奥深部域を中心とした海域に限られており、より浅い海域には全く生息していない (1975 年 11~12 月調査における st. 10—水深 36m—で *L. annulata* 幼貝 1 個体が採集された一例を除く)。

Fig. 3—A は宮地<sup>1)</sup> の調査による 1940 年 8 月の *L. annulata* の分布を示したものである。宮地の調査で使用された採泥器は採泥面積わずか 1/50 m<sup>2</sup> のエクマン—レンツ型採泥器で、かつ 1 地点あたり 1 回の採泥にもかわりなく水深 61~73 m で実施された 16 地点すべてから本種が採集され、水深 60 m より浅い水域の 42 地点

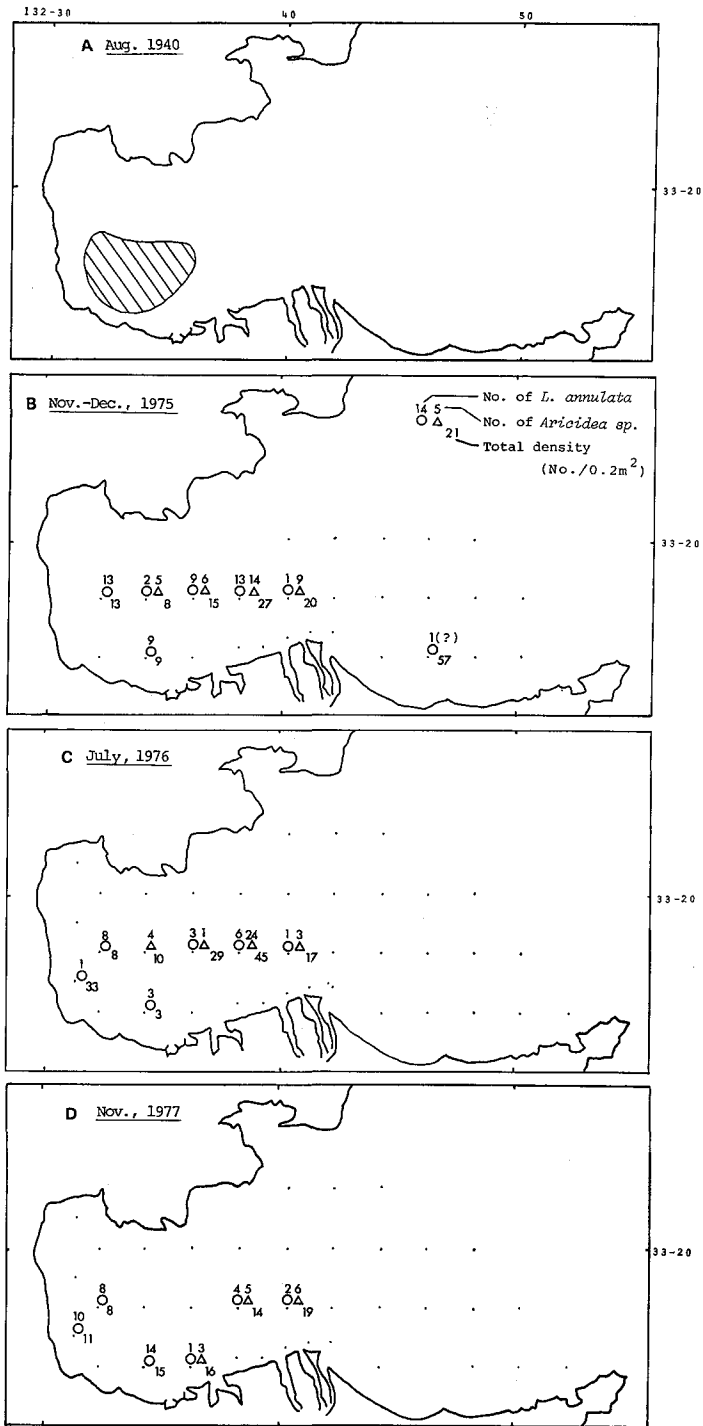


Fig. 3 The distribution of two characteristic animals.  
 A: *L. annulata*. After MIYADI, D. (1941).  
 B-D: *L. annulata* and *Aricidea* sp..

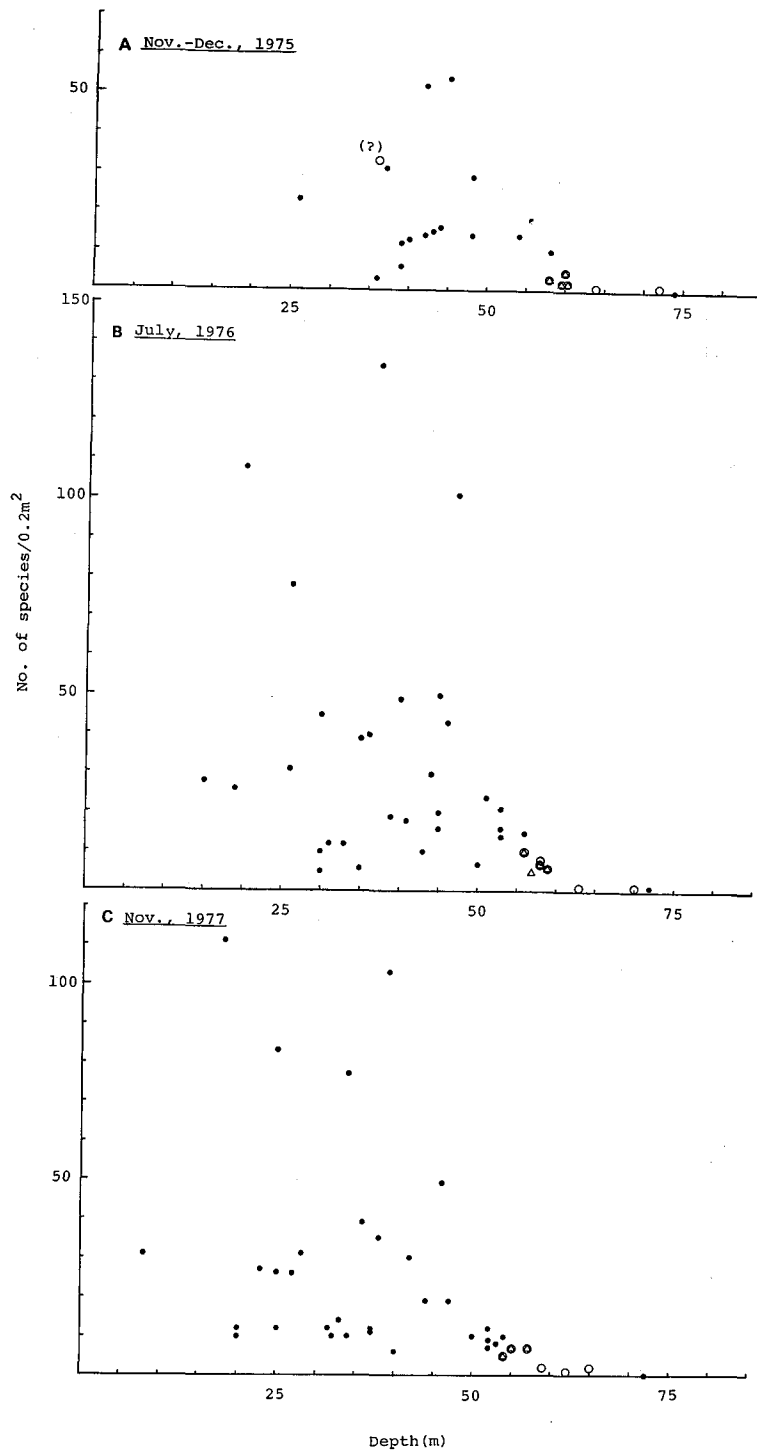
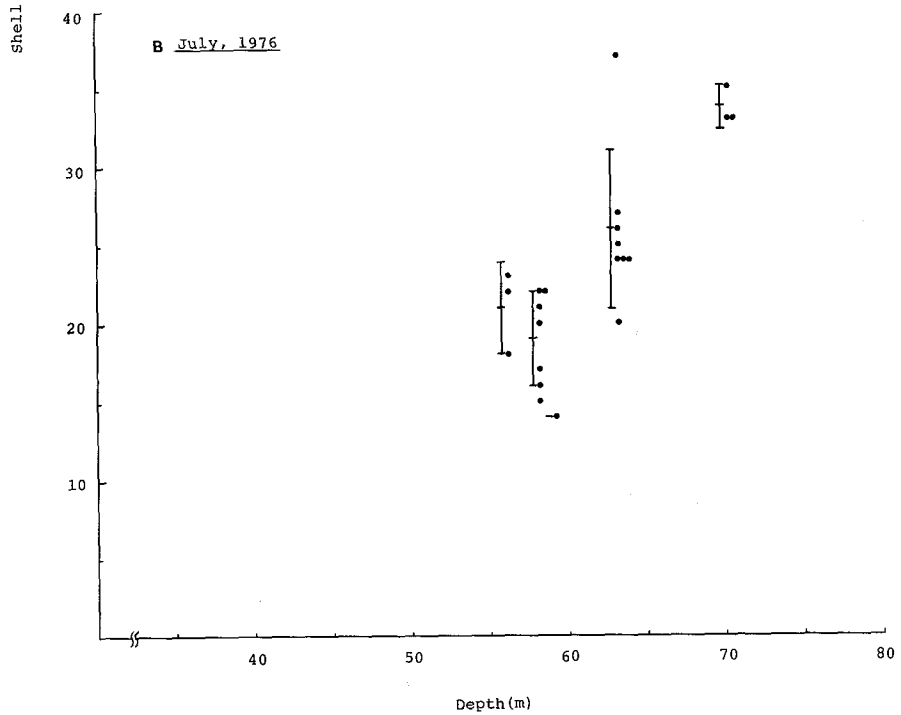
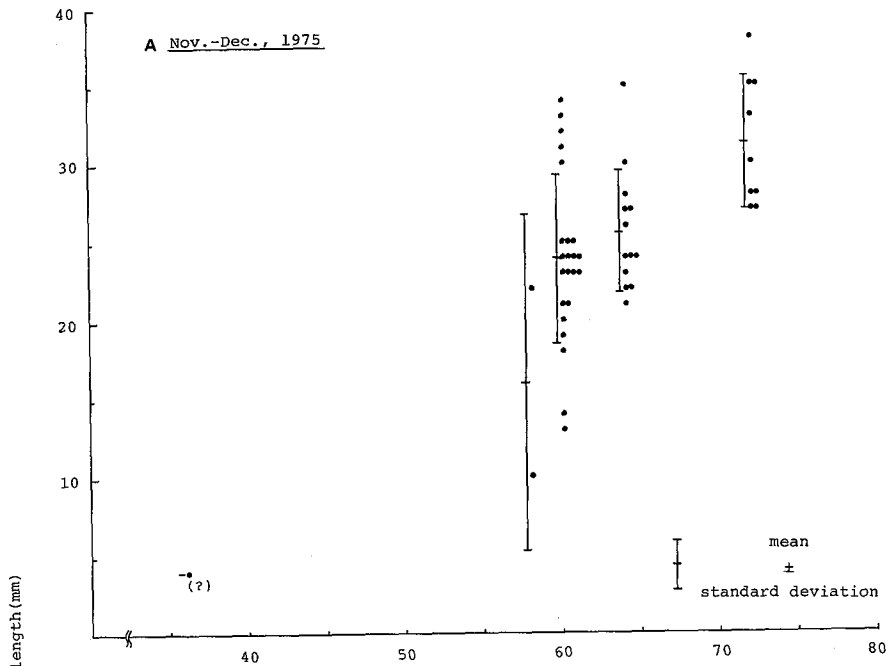


Fig. 4 Relation between number of species and depth. Closed circle; sampling station where *L. annulata* and *Aricidea* sp. were not found. Open circle; *L. annulata*. Triangle; *Aricidea* sp.



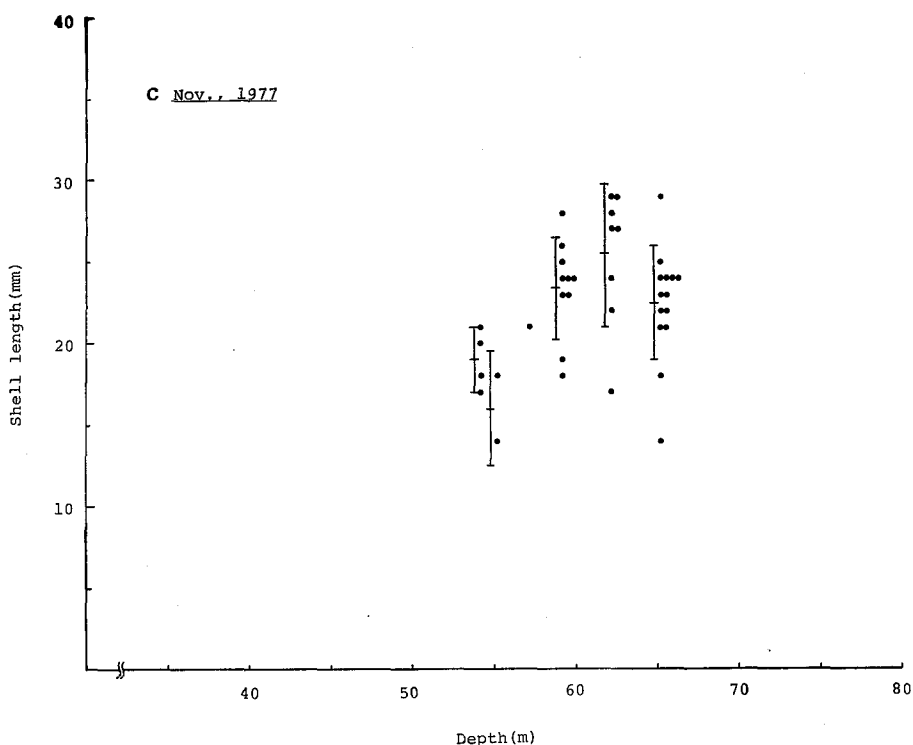


Fig. 5 Relation between size distribution of *L. annulata* (living shell) and depth.

からは全く採集されなかった。一方、1975～1977年には54～72mの水深帯で本種が採集され、湾奥最深部に位置する st. 45では3ヶ年を通じて1個体も採集されなかった (Fig. 3—B～D, および Fig. 4)。このことからみて、現在の *L. annulata* の分布域は1940年当時とくらべ生息水深がいくぶん浅くなり、それに伴う分布域の浅海方向への移動・拡大がみられる一方、st. 45を中心とする湾奥最深部には従来みられなかった本種の非生息域が出現したといえるだろう。

*Aricidea* sp. は54～60mの水深帯に限って生息しており、*L. annulata* 生息域の浅所側限界水深付近に偏った分布を示している (Fig. 3—B～D, および Fig. 4)。

Fig. 4—A～Cに水深とベントスの総出現種類数との関係、および *L. annulata* と *Aricidea* sp. の出現水深を示した。これらの図から明らかなように、別府湾では水深の増大に伴う出現種類数の漸減傾向が認められ、*L. annulata* や *Aricidea* sp. が出現し始める54～58m水深帯では10種以下 (採泥面積0.2m<sup>2</sup>あたり)、さらに60m以深域ではわずか数種以下へと減少している。現存量 (大型個体を除く) や生息密度にも種類数の場合と同様の水深の増大に伴う減少傾向がみられた。*L. annulata* や *Aricidea* sp. に随伴して出現する主要な種類として *Paraprionospio pinnata*, (60m以浅域に生息) *Lumbrineris longifolia* (60m以浅域), *Spiochaetopterus costarum* (72m以浅域) といった2～3の多毛類をあげることができる。これらはいずれも堆積物食性、または口過食性と考えられている種類である<sup>67)</sup>。これら3種は湾奥域のほか別府湾南岸の大分川・大野川両河口域付近を中心にかなり採集され、*P. pinnata*, *S. costarum* ではその生息域がさらに別府湾全域の広い範囲に及んでいる。

Fig. 5—A～Cに *L. annulata* の殻長と水深との関係を示した。水深60m未満では殻長25mm以上の貝はまれであるが、60m以深域では殻長30mmを越える大型個体がかかり出現しており、また70～72m水深帯では大型個体のみで構成されている。このように、本種は深い海域に生息している個体ほど大型化する傾向が認め

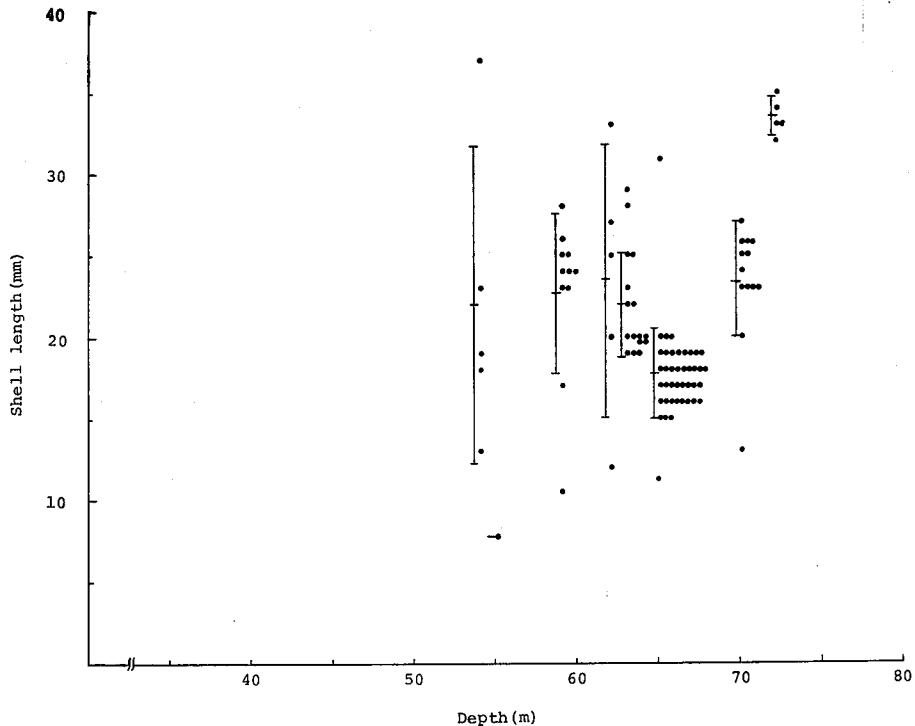


Fig. 6 Relation between size distribution of *L. annulata* (dead shell) and depth.

られる。

Fig. 6 に *L. annulata* の死殻殻長と水深との関係を示した。試料としては1976年に採集したサンプルの一部と1977年の全サンプルを使用した。測定はいわゆる“同相自生型”と考えられる貝殻、つまり左右の貝殻が離れず揃っているものについて実施した。その結果、水深72mではすべて大型の死殻のみが得られたが、54~70mの水深帯では小型のものから大型のものまで殻長範囲が比較的広く出現しており、水深による差は少なかった。

さらに、*L. annulata* に対する捕食者の有無を知る一環として、死貝の貝殻上に残る捕食生物による穿孔跡をしらべた。試料は死貝殻長測定を行ったものと同一のサンプルを使用した。その結果、水深54~55mで得られた死貝の貝殻には穿孔のみられるものがあったが、59m以深の貝殻には全くそのような穿孔跡は観察されなかった(56~58mでは死貝標本は得られていない)。このことからみて本種の生息限界に近い浅い海域では穿孔性捕食生物による食害を受けているが、さらに深い海域では少なくともそれらによる捕食は受けていないものと考えられる。また、水深59m以深から得られたマクロベントスのサンプル中には非穿孔性の捕食生物も全く採集されておらず、このことは59m以深での本種の死亡が主に物理・化学的な要因によるものであることを示唆しているものと思われる。

## 考 察

1975年から1977年にかけて3回の別府湾調査を行い、湾奥深部域を中心にして中型の二枚貝 *L. annulata* と多毛類の1種 *Aricidea* sp. が特徴的に生息していることを認めた。すでに宮地<sup>1)</sup>は1940年8月の調査で水深61m以深の湾奥深部域全域に *L. annulata* が生息していたことを報告している。1940年当時と1975~



1977年との本種の分布域を比較した場合、その生息域の浅海方向への移動・拡大が認められる一方、最深部を中心に従来みられなかった非生息域が出現した点が注目される。このような分布域の変化の原因はつぎのように考えることができよう。

近年の別府湾周辺地域における都市化と工業化が同湾の富栄養化の進行をもたらし、その結果、溶存酸素量低下域の拡大と低下度の強化および低下期間の長期化を引き起したことが考えられる。湾奥最深部付近では8月から11～12月頃にかけて極端な貧酸素状態を呈することが多く (Fig. 2)、このことが低酸素に比較的強いと考えられている *L. annulata* さえ生息しえない無生物域を出現させた。また溶存酸素量低下域が湾奥深部の停滞域を中心として広がっていることは大分県水産試験場の調査結果<sup>9)</sup>からも明らかに認められ、近年における溶存酸素量低下域の浅海方向への拡大と *L. annulata* の生息域の拡大との間に密接な関係があることをうかがわせる。つまり、貧酸素化の状態が浅海域に広がることによって、従来その海域に生息していた *L. annulata* の捕食種や摂食・生息域に対する競合種を含めた酸素要求量の高い多くの種が死滅または減少したため、種間競争には弱い溶存酸素量の低下には比較的強い抵抗力を有すると考えられる本種が浅海域へ生息域を拡大したものと考えることができよう。宮地<sup>1)</sup>は別府湾における本種の分布状態から、その生息を規定する因子として水深・年間を通じて18℃以下の低水温および底質をあげ、なかでも底質における酸化還元電位の低い層の存在が捕食生物を含めた多くの酸素要求量の高い種の生息を許さず、本種に有利な生息域を提供しているであろうと推測している。今回の調査結果は宮地のこのような考えを支持しているとみられる。

*L. annulata* は日本では北海道南部から東シナ海にかけて分布しているといわれ<sup>8)9)</sup>、宮地は別府湾のほか鹿児島湾でも本種が採集されたことを報告している。<sup>10)</sup>鹿児島湾での採集点は水深200mで水温は約15℃(7月)と低く、泥表は酸化層でおおわれる。1/50m<sup>2</sup>の採泥面積をもつエクマンローレンツ型採泥器によって3個体の多毛類とともに1個体が採集されたと記録している。また東京湾では増井<sup>11)</sup>、北森<sup>12)</sup>による報告がある。増井<sup>11)</sup>によれば、東京湾での採集点st.43は湾奥に位置し水深19mで泥温20℃弱(8月)と考えられ(st.43での泥温測定は行われていない。st.43に比較的近いst.17[水深13m]の泥温記録20.05℃から推定した)、底質は黒色還元泥で臭気を帯びていた。エクマンローレンツ型採泥器により本種のみ1個体が採集されたと述べている。さらに北森<sup>12)</sup>も東京湾奥部を中心にゴイサギガイ、ヨコハマチヨノハナガイとともに本種が採集されたことを報告している。

上述した別府湾や鹿児島湾・東京湾における本種の分布状況からみて、本種の生息には少なくともある程度の低水温と競合性ベントスの少ないことが必要条件であり、溶存酸素量の低下は競合性ベントスの排除に役立っていると考えられる。

*L. annulata* は水深の増大に伴い大型化する傾向がみとめられたが (Fig. 5)、それがどのような原因で生じているのかは、調査回数が少なく、本種の生活史、特に産卵期・生長速度・寿命等に関する知見が全く欠如しており、現在のところ明らかでない。水深の増加に伴う大型化の問題に関してはたとえば i) 成長による深浅移動の有無、ii) 水深と成長速度の関係、iii) 死亡原因の水深に伴う変化(浅海側では他生物による捕食、深部域では物理・化学的要因—溶存酸素量の低下か?—による死亡と考えられる)、iv) 本種の幼稚体と成体との溶存酸素量低下に対する抵抗性の相違、v) 年による溶存酸素量低下度の強弱等を考えることが必要であろう。菊池、田中<sup>13)</sup>は瀬戸内海の燧灘でシズクガイの殻長組成が調査地点によって異なることを見出し、溶存酸素量低下度の地点間の相違を反映したものであると推論している。*L. annulata* の場合もシズクガイと類似した機構が働いている可能性が考えられる。

他の1種のベントス *Aricidea* sp. の生息域は *L. annulata* の浅所側生息限界水深付近の狭い範囲に限られている。これは本種が溶存酸素量の低下に対しては *L. annulata* より弱く、他種との競争力も比較的劣るということに起因しているものと思われる。

## 摘 要

1975年11~12月, 1976年7月, 1977年11月の3回にわたり別府湾全域のベントス調査を行い, 特に湾奥深部域のベントスに関して以下のことが明らかとなった。

1) 湾奥深部域には二枚貝の1種でツキガイ科に属するツキガイモドキ *Lucinoma annulata* のほか, 多毛類の *Paraonidae* に属する *Aricidea* sp. が特徴的に生息している。

2) *L. annulata* の分布域は1940年当時とくらべた場合, 浅海方向への拡がりをみせるとともに, 湾奥最深部付近では本種の非生息域が出現した。これは別府湾の富栄養化による底層水の貧酸素化現象の強化とそれに伴う *L. annulata* との競合性ベントスの減少が主な原因と考えられる。

3) *L. annulata* の殻長は水深の増大とともに大型化する傾向のあることを認めたが, その原因は明らかではない。

## 文 献

- 1) MIYADI, D., 1941: Marine Benthic Communities of the Beppu-Wan. Mem. Imp. Mar. Obs., 7 (4), 483-502.
- 2) 長浜正穂, 1951: 本邦に於ける2, 3の内湾の有孔虫群の研究. 資源研彙報, (19-21), 142-148.
- 3) 久岡 実, 宇野史郎他2名, 1976: 別府湾全域観測. 埋立の漁業環境への影響に関する調査, 昭和50年度報告書, 19-33.
- 4) 塩沢孝之, 川名吉一郎他3名, 1977: 別府湾海水中の重金属の鉛直分布とその季節変動. 日本海洋学会誌, 33, 350-356.
- 5) 大分県水産試験場, 1973-1978: 昭和47-52年度漁況海況予報事業結果報告書.
- 6) JUMARS, P. A. and K. FAUCHALD, 1977: Between-Community Contrasts in Successful Polychaete Feeding Strategies. Ecology of Marine Benthos. Edited by BRUCE C. COULL. 1-20.
- 7) 中尾 繁, 1976: 底質および種組成からみた多毛類, イソメ科3種の食性. 北大水産彙報, 27 (2), 63-70.
- 8) 稲葉明彦, 1963: 瀬戸内海の生物相. 352 pp., 広島大学理学部付属向島臨海実験所.
- 9) 肥後俊一, 1973: 日本列島周辺海産貝類総目録. LI+397+LXI pp., 長崎県生物学会.
- 10) 宮地伝三郎, 増井哲夫, 1942: 鹿児島湾及び山川港の底棲群聚に就いて. 海洋時報, 13 (3), 271-282.
- 11) 増井哲夫, 1943: 東京湾の底棲群聚に就て. 日本海洋学会誌, 3 (2), 130-141.
- 12) 北森良之介, 1950: 東京湾底棲動物の研究 第二報 底棲動物の分布並季節的变化. 日本水産学会誌, 16(7), 275-280.
- 13) 菊池泰二, 田中雅生, 1976: シズクガイ *Theora lata* (HINDS) の生態学的特性, 殊に生活史の特徴と非調和性環境への適応性について. 生理生態, 17 (1-2), 261-271.