

氏名・（本籍）	いがらし あつ お 五十嵐 厚 夫
学位の種類	博士（理学）
学位記番号	理博第1547号
学位授与年月日	平成9年3月25日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当
研究科，専攻	東北大学大学院理学研究科（博士課程）地学専攻
学位論文題目	Late Pleistocene to Holocene paleoenvironmental changes in the eastern part of Lützow-Holm Bay, Antarctica, based on foraminiferal evidence（有孔虫化石に基づく南極リュツォ・ホルム湾東部の後期更新世－完新世古環境の復元）
論文審査委員	（主査）教授 齋藤 常正 教授 石崎 国熙，教授 森 啓 助教授 海保 邦夫

## 論 文 目 次

Abstract

Contents

1. Introduction
  - Acknowledgments
2. Location of Study Area and Topographic Outline of the Land and Sea Floor around the Eastern Part of Lützow-Holm Bay
3. Materials Used for the Present Study
4. Raised Beach Deposits
  4. 1. Locations and Lithologic Description of Raised Beach Deposits Collected on Ice-free Areas along the Sôya Coast
  4. 2. Foraminiferal Analysis
  4. 3. Radiocarbon Datings
5. Core Sediments
  5. 1. Materials and Method of Collection
  5. 2. Description of Core Sediments
  5. 3. Foraminiferal Analysis
  5. 4. Radiocarbon Datings
6. Oxygen and Carbon Isotope Analyses
  6. 1. Purpose of the Analysis
  6. 2. Materials and Methods
  6. 3. Results
7. Discussion

7. 1. Reliability of Radiocarbon Ages from Raised Beach Deposits Detected at This Study
  7. 2. Fluctuations of Ice Sheet in the Lützow-Holm Bay Region in Conjunction with Marine Transgression and Regression during the Late Quaternary
  7. 3. Sea Level Changes in the Lützow-Holm Bay Region during the Late Quaternary
  7. 4. Depositional Paleobathymetry of Raised Beach Deposits
  7. 5. Factors Controlling Foraminiferal Distribution in Marine Sediments of the Lützow-Holm Bay Region
  7. 6. Difference of Dominant Benthic Foraminiferal Species Between the Older and Younger Raised Beach Deposits and Its Probable Relation to the CDW
  7. 7. Estimated Difference in the Oceanic Condition between the Two Periods (33-42ka and after 7 ka) and Their Probable Cause Based on  $\sigma^{18}\text{O}$  and  $\sigma^{13}\text{C}$  Values of Benthic Foraminifers in Raised Beach Deposits
8. Conclusions
- Faunal Reference List
- Synonymic Reference List
- References
- Plates

## 論文内容要旨

### 1. はじめに

南極大陸は、現在厚い氷床に覆われている。この氷床は、第三紀中新世に形成され始めて以来、特に第四紀においては、氷期-間氷期サイクルで知られる汎世界的な気候変動、古海洋環境変動と密接に関連しながら、拡大・縮小を繰り返していたとされる。この氷床拡大・縮小は、主として北半球氷床の拡大・縮小によって生じる汎世界的な海水準変動に、大きくコントロールされていると言われる。特に、氷期から間氷期への移行時には、上記に加え、北大西洋深層水 (NADW) に代表される高水温深層水の南極海への流入によって、氷床縁辺の融解が生じ、その結果、沿岸の海洋環境は大きく変動していたことが予想される。この古環境変動は、海成堆積物中に様々な形で記録されていると考えられることから、この堆積物を用いて、(1)南極氷床後退のタイミングを精度よく特定し、(2)氷床後退当時の南極沿岸海水域における古海洋環境変動を復元し、その原因を推定することは、第四紀の汎世界的な古環境変動、特に北半球での氷床変動、深層水の挙動との関連性を考える上で重要であると考えられる。しかしながら、上記2課題を目的とした研究例は、海水の妨げにより堆積物試料採集が困難なこともあり、非常に少ないのが現状である。

以上を踏まえ、本研究は、南極リュツォ・ホルム湾東部沿岸域に分布する海成堆積物の加速器質量分析法 (AMS 法) による放射性炭素年代測定、堆積物に含まれる有孔虫化石種組成の解析、有孔虫化石殻の酸素・炭素同位体比分析に基づく、同湾内での最終氷期以降における、上記2課題の解明をその目的とした。堆積物試料採集のため、本研究者は、第33次日本南極地域観測隊 (JARE-33, 1991-1993) に参加した。

### 2. 研究地域の位置とその地形概略

リュツォ・ホルム湾は、東南極沿岸の南緯69-70度、東経35-40度間に位置する。湾東部海岸線は、そ

のほとんどが氷床、氷河、浮氷舌より成るが、一部に、基盤の先カンブリア系変成岩類が氷床に覆われずに露出する地域が散点的に存在し、主要なものは北より、オングル諸島、ラングホブデ、ブライボーグニーパ、スカルプスネス、スカーレンと呼ばれる（図1）。湾東部の海底地形は、水深400m以浅の比較的平坦な海底面を切って、湾南東部沿岸から湾沖合に向かって北ないし北西方向に伸びる、水深500m以深の沈水氷食海底谷が存在するのが大きな特徴である（図1）。

### 3. 解析に用いた試料

本研究における放射性炭素年代測定、有孔虫化石種組成の解析、有孔虫化石殻の酸素・炭素同位体比分析に用いた試料は、2種類 of 海成堆積物である。一方は、前述の湾東岸の5つの露岩上に分布する隆起海浜堆積物（raised beach deposits）であり、70地点から採取された計173試料を用いた。もう一方は、湾東部沿岸域に分布する海底堆積物であり、水深31–683m間の計16地点（オングル海峡4地点、湾北東部露岩沖8地点、湾南東部露岩沖4地点）から、グラビティコーラーによって採取された計16本の堆積物コア試料（コア長：8.5–129cm）を用いた。

### 4. 隆起海浜堆積物における有孔虫解析、<sup>14</sup>C年代測定とその結果

有孔虫解析に関しては、上記計173の隆起海浜堆積物試料に含まれる有孔虫化石の有無を調べた結果、40地点からの計68試料から、33属41種の有孔虫化石が産出した。それら試料80g中に含まれる個体を拾い出し、その種組成を調べた。その結果、全般に石灰質底生有孔虫が優勢であり、湾北東部のオングル諸島、ラングホブデ北部では、*Cassidulinoides porrectus* が優勢であるのに対し、湾南東部のラングホブデ南部からスカーレンにかけては、*Globocassidulina biora* が優勢であるという特徴が認められる。

<sup>14</sup>C年代測定については、堆積物に含まれる貝化石殻、底生有孔虫殻を用い、上記有孔虫化石を産出した試料を主に計27試料について行った。その結果、得られた年代値は、33–42kaと7ka以降の2グループに明瞭に分けられた。そのうち、前者年代を示した堆積物は、湾北東部のオングル諸島、ラングホブデ北部に分布に限られるが、後者年代のものは、湾南東部のラングホブデからスカーレンに分布する。

### 5. 海底堆積物コアにおける有孔虫解析、<sup>14</sup>C年代測定とその結果

有孔虫解析に関しては、上記16本のコアについて、有孔虫化石種の鉛直変化を調べた。その結果、32属56種の膠着質底生有孔虫、25属60種の石灰質底生有孔虫、1種の浮遊性有孔虫が認められた。オングル海峡のコア（水深31–679m）では、殆ど全てが膠着質からなる。湾北東部露岩沖のコアのうち、水深350m以浅では、膠着質、石灰質が共産したが、それ以深では殆ど全てが膠着質であった。湾南東部のコアのうち、ホノール氷食海底谷（水深683m）で膠着質、石灰質が連続的に産出したが、その他3本（水深393–487m）では、石灰質が産出する層準がいくつか認められるものの、概して膠着質が優勢であった。

<sup>14</sup>C年代測定については、堆積物に含まれる有機物を用い、15本のコア計25層準について行った。その結果、11kaより若い年代値のみが得られた。

### 6. 酸素・炭素同位体比分析

4章での結果から、新旧2グループの隆起海浜堆積物に含まれる底生有孔虫優勢種に違いが見られたが、この違いの原因を具体的に推定するために、年代を測定し、かつ *C. porrectus*, *G. biora* が産出した隆起海成堆積物23試料について、両種の殻の酸素・炭素同位体比を測定した。

その結果、酸素同位体比（vs. PDB）については、33–42kaでの値が、変動幅3.2–4.1‰、平均値3.6‰であるのに対し、7ka以降での値は、変動幅3.6–4.2‰平均値3.9‰あり、前者の方が、その変動幅は

大きく、平均値はより負の値を示す。炭素同位体比 (vs. PDB) についても、33–42ka での値の方が、7 ka でのそれよりも変動幅が大きい。

## 7. 議論と結論

本地域での過去の研究による隆起海浜堆積物の<sup>14</sup>C年代値は、その多くがベータ線計測法によるもので、2万年を越える年代値で、値のばらつきと誤差が大きく、その信頼性に疑問が持たれていた。しかし、本研究で行ったAMS法による<sup>14</sup>C年代測定は、前者に比べ古い年代値での測定精度が高いため、33–42kaと7ka以降(過去の信頼できる測定値を含めれば9ka以降)に区分された年代は、信頼性が高いと考えられる。よって、湾内ではこれら年代期間に、海進(氷床後退)があったと考えられる。そして、その氷床後退は、新旧堆積物の地理的分布から、33–42kaでは湾北部を中心に、9ka以降では湾南東部を中心に生じたと考えられる。

隆起海浜堆積物、海底堆積物コアから産出した主要な石灰質底生有孔虫化石は、東南極沖合において水深1000m以浅に優勢に生息する。この水深は、南極海において最も高水温の水塊である周極深層水(Circumpolar Deep Water: CDW)域に対応する。よって、これら有孔虫の産出は、湾内へのCDWの流入によってもたらされたものと推定され、言い換えれば、この流入が、33–42kaと9ka以降の氷床後退に寄与したことを示唆する。

周極深層水は、一般に下部周極深層水、上部周極深層水に区分され、特に前者はNADWの流入の影響を受けていると言われる。前者は、現在における湾内でのCTD観測データに基づくと、水深500m以深の沈水氷食海底谷に沿って、沖合から湾南東部沿岸に向かって流入していることが読み取れる。この流入は、(1)9kaより若い年代の隆起海浜堆積物からの石灰質底生有孔虫の産出が、湾南東部露岩上に限られること、(2)海底堆積物コアにおける膠着質、石灰質有孔虫の産出パターンから推定される、11ka以降における水深400m前後に炭酸カルシウム補償深度(CCD)の存在に反して、CCD以深のホノール氷食海底谷のコアから、石灰質有孔虫が連続して産出すること、と調和的である。よって、9ka以降での氷床後退には、上記のような下部周極深層水の流入が寄与していたと推定される。特に、スカルプスネスを中心に3–5kaにおける石灰質底生有孔虫の産出が多いことから、この期間に流入が強まり、湾南東部沿岸域はclimatic optimumを迎えたと推定される。

一方、酸素同位体比の結果に基づくと、33–42kaでの値の方が、変動幅は大きく、平均値はより負の値を示すことから、湾内における氷床後退の規模は、33–42kaにおける方が9ka以降よりも大規模であったと推定される。また、南極ウェッデル海沿岸の堆積物からの有孔虫殻の酸素同位体比データからは、33–42kaにおける上記のような負の値は認められない。よって、この33–42kaの氷床後退は、少なくともウェッデル海沿岸では認められないローカルなイベントであると考えられる。

そして、33–42kaでの湾北東部を中心とした氷床後退は、この時期にNADWの南極海への流入増大が認められないことから、この氷床後退は、9ka以降の氷床後退と同様の機構による、下部周極深層水の湾内へのより大規模な流入のために生じたとは考えにくく、この氷床後退を引き起こした別の機構を考えざるを得ない。今のところ、上部周極深層水の湾内への流入増強が、最も適当なものとして考えられる。

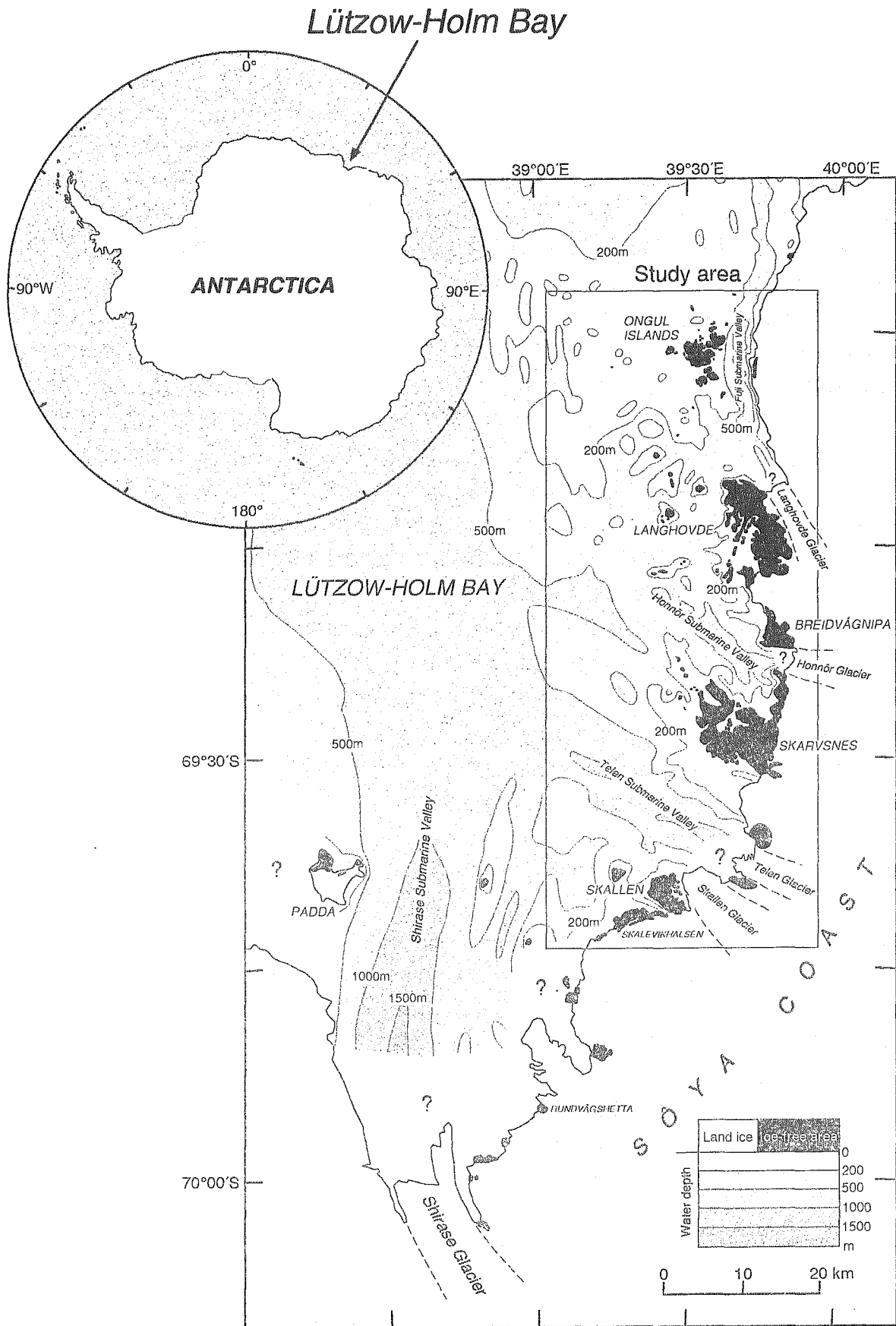


図1：本研究地域（南極リュツォ・ホルム湾東部沿岸）

## 論文審査の結果の要旨

第四紀は、氷期と間氷期という著しい気候変動が地球規模でくりかえされた時代として知られる。氷期の気候のもとで、陸域には氷床がひろがり、それに呼応して海水準が最大130メートルも低下したことが分かっている。世界の各地には、地域的な相違はあれ、この海水準の変動に対応して、氷期と間氷期の旧汀線を示す海岸段丘、海底段丘が発達している。氷床のひろがる南極大陸沿岸域にこのような段丘が発達するのかどうか、また発達するとしたら、それらは氷期・間氷期とどのように対応するのかなど、ほとんど明らかにされていなかった。

五十嵐厚夫提出の論文は、南極大陸沿岸域に残された隆起海浜堆積物の分布、その生成年代、生成のメカニズムの総括的な解明に取り組んだ研究である。彼は、東南極のリュツォ・ホルム湾岸を、北はオングル諸島より南はスカーレンと呼ばれる地域まで、ほぼ100kmに亘る海岸線を調査し、そこに発達する隆起汀線堆積物の分布高度、堆積物の層序を詳細に記載した。ついで、それらの堆積物に含まれるモラスカと有孔虫の化石殻について加速器質量分析法による放射性炭素年代測定を行い、リュツォ・ホルム湾北東部では、古い年代の33~42kaの堆積物が、湾南東部では7ka以降の若い年代の隆起海浜堆積物が分布することを明らかにした。さらに、これらの堆積物に含まれる底生有孔虫の群集組成と有孔虫殻の酸素・炭素安定同位対比を分析し、それらをオングル海峡、ホノール氷食海底谷から得られた海底コア中の有孔虫群集について得られた同様なデータと比較した。その結果、この東南極地域における隆起海浜堆積物中の有孔虫群集は、南極海で最も高水温の水塊である周極深層水（Circumpolar Deep Water : CDW）の影響下に生息する群集と対応することを見出した。このことから、彼は、比較的温度の高いCDWの湾内への流入がこの地域の氷床の後退に寄与し、氷床が後退した海岸線にこのような堆積物が生成したと結論づけている。

以上、本論文は、南極大陸沿岸域の第四紀環境の理解に重要な寄与をしたものであり、著者が自立して研究活動を行なうのに必要な高度の研究能力と、その基礎となる豊かな学識を有することを示している。よって、五十嵐厚夫提出の論文は博士（理学）の学位論文として合格と認める。