

南極 Victoria Land の Dry Valley 調査報告

III. 南極の菌類に関する研究

1. 研究史

杉山純多*・杉山佳子**・飯塚 広**

REPORT OF THE JAPANESE SUMMER PARTIES IN DRY VALLEYS,
VICTORIA LAND, 1963-1965☆

III. MYCOLOGICAL STUDIES OF THE ANTARCTIC FUNGI

Part 1. HISTORICAL

Junta SUGIYAMA*, Yoshiko SUGIYAMA** and Hiroshi IIZUKA**

Abstract

The present authors reviewed the history of research and contributions in Antarctic mycology. Beginning with the first original study by EKELOF (1907, 1908) on the molds from the soil at Snow Hill Island, east coast of the Antarctic Peninsula (material collected during the Swedish Antarctic Expedition of 1901-1903, led by NORDENSKJOLD), a number of reports concerning the fungi in Antarctica have been made in subsequent years.

Particularly since the International Geo-

physical Year, 1957-1958, many studies have been made by mycologists of the fungi in Antarctica, e. g., Phycomycetes (HARDER and PERSIEL, 1962), yeasts (DI MENNA, 1960, 1966a, 1966b; SONEDA, 1961), molds (TUBAKI, 1961a, 1961b; CORTE and DAGLIO, 1962, 1963; TUBAKI and ASANO, 1965), and mushrooms (SINGER, 1954, 1957; SINGER and CORTE, 1962). Recently, SIEBURTH (1965) presented a comprehensive review on the development of studies in microbiology of Antarctica in general.

はじめに

南極 Victoria Land の Dry Valley および Ross 島の試料から分離した菌類に関する研

☆ Field survey for this study (J SUGIYAMA-Biology) supported by the National Science Foundation, U. S. A. and the Japan Polar Research Association, Japan.

* 東京大学理学部植物学教室. Department of Botany, Faculty of Science, University of Tokyo.

** 東京大学応用微生物研究所. Institute of Applied Microbiology, University of Tokyo.

究結果を、数回に分けて報告する。本報告では Part 1 で南極におけるこれまでの菌類に関する研究史をひもとき、その概略を回顧して、これからの南極における菌類研究の新しいアプローチをさぐる手がかりとした。また Part 2 では、不凍湖の1つ Vanda 湖の菌類相について、予報的ではあるが著者らのこれまでの研究結果の概略を報告する。

1. 南極における菌類研究の萌芽

地球の7つの大陸のうち6つの大陸は人類によってこれまでに大部分開発されたが、南極大陸はその極端な自然条件のために、人類にのこされた最後の大陸として、現在多数の科学者によって科学のメスがくわえられている。遠い昔の地図製作者は、この面積約1400km²の大陸のことをラテン語で *Terra australis incognita* (未知の南方大陸) とよんだが、菌類研究の分野でも、いまだに未知なる偉大な大陸として我々の興味を引き立てる。国際地球観測年以後、主にアメリカ、ソ連、ニュージーランド、アルゼンチン、日本などの基地を中心として、南極の微生物(菌類もふくめて)について総合的に研究がなされつつある。

大陸の99%を厚い氷と雪におおわれている南極大陸でも無菌ではないということは、現在ではだれもが疑ってみはしないであろう。南極における菌類研究は、南極に菌類が存在するか否かというきわめて初歩的な実験から始まったのである。

さて、南極における菌類研究の萌芽はスウェーデン南極探検隊の EKELOF(1907, 1908)の研究にあると考えてよいと思う。1901-1903年にスウェーデン南極探検隊が派遣された際に、EKELOFは南極半島東海岸の Snow Hill Island で主に土壌の微生物相の研究を行ない、その際土壌から糸状菌を分離した(EKELOF, 1908)。加えて、EKELOFは南極において季節的变化にもとづく微生物の生態的研究を行なった最初の微生物学者である。

TSIKLINSKY(1908)はCHARCOT隊長の引きいるフランス南極探検隊(1903-1905年)によってもたらされた南極半島西海岸の2点の土壌試料から *Aspergillus glaucus*, *Penicillium glaucum* と *Mucor* 属の一種を得た。一方、オーストララシア南極探検隊1911-1914年の McLEAN(1918)は Adélie 海岸(Wilkes Land)で溶けた雪から、紅色および黄色の酵母を発見し、また Commonwealth 湾の水、土壌、海泥などからも酵母の存在を確認した(McLEAN, 1919)。

EKELOFから McLEAN までは南極における菌類研究の初期の時代ともいえるもので、簡単な記載的な仕事が行なわれた。これらの時代の研究者は、同時にバクテリアについても観察したものが多く、国際地球観測年以後は菌類の各分類群ごとに分類学的、生態学的な研究

が行なわれてきた。次に各分類群別にその足跡をたどってみる。

2. 南極の藻菌類

南極の藻菌類については報告が非常に少ない。HARDER と PERSIEL (1962) は South Orkney 諸島 (60°45'S, 44°43'W), South Shetland 諸島(62°14'S, 58°38'W) と Graham Land 北端 (63°24'S, 57°01'W) の冷凍した土壌試料を使って、海水あるいは真水を加えて 10°-15°C で集積培養を行なって次のような藻菌類を観察した:

Rhizophydium utriculare (汎存種), *R. sphaerotheca* (汎存種), *Hyphochytrium* cf. *catenoides* (汎存種), *Pythiaceae*, *Saprolegniaceae*, *Zygomycetes* と未同定種 (糸状菌?)。

3. 南極の子のう菌類と不完全菌類—酵母菌

南極点征服競争をめぐる AMUNDSEN と SCOTT の極点旅行の話はあまりにも有名である。南極点一番のりに破れた SCOTT 隊は極点からの帰路、1912年3月29日全員悲劇的な死をとげた。Ross 島の Evans 岬には当時 SCOTT が建設した越冬小屋が Ross 海に面した海岸の一角にいまでも当時のそのままの姿で保存されている。結局 SCOTT 隊の多数の食糧がその小屋にのこされた。それから55年後、MEYER等(1962)は当時の酵母菌の入ったビンから数種の菌類を分離した。すなわち、酵母菌では *Saccharomyces cerevisiae*, *Rhodotorula pallida*, 糸状菌では *Absidia corymbifera* と *Rhizopus arrhizus*, その他に3種類のバクテリアがふくまれていた。これらの微生物はなんと55年近くもあの厳しい寒さの南極大陸で生きつづけたのである。

さて、南極産の酵母菌類に関する分類・生態学的研究は主に DI MENNA(1960, 1966a, b) や SONEDA(1961)によって行なわれた。DI MENNA(1960)は不凍湖の点在する Wright 狭谷の土壌から *Sporobolomyces odorus*, *Cryptococcus laurentii*, *Crypt. albidus*, *Crypt. luteolus*, *Crypt. diffluens*, *Candida scottii*, *Rhodotorula minuta*, *R. texensis*, *R. glutinis* と *R. mucilaginosa* の分離に成功した。また同論文の中で彼女は *Candida scottii* について、4°C で非常によい生育を示し、Wright 狭谷の土壌中では優占種で、おそらくそこに適応したものであろうという。低温性酵母の代表であるこの酵母は、古く1936年 SCOTT (1936) によって初めて冷凍牛肉から分離されたものである。

一方、日本の昭和基地の土壌からは *Cryptococcus albidus*, *Crypt. laurentii*, *Rhodotorula*

mucilaginoso, *Torulopsis famata* と *Trichosporon cutaneum* が報告されている (SONEDA, 1961). これらの酵母は生育のための適温はいずれも 20°-25°C で, DI MENNA によって報告された *Candida scottii* のような低温性酵母は昭和基地周辺の土壌からは分離されなかった。

最近, DI MENNA (1966a) は Ross 島の Scott 基地の土壌から *Candida* 属に属する 3 新種, *C. nivalis*, *C. gelida* と *C. frigida* を報告した。この 3 新種はいずれも低温性酵母である。さらに, DI MENNA (1966b) は Ross 海西海岸の 6 地点 (75°-85°S) の土壌試料 126 点から 6 属 21 種の酵母をえた。同論文によれば, それらの土壌試料中の酵母菌類相は *Debaryomyces kloeckeri*, *D. subglobosus*, *Torulopsis candida*, *T. famata*, *Cryptococcus laurentii*, *Crypt. albidus*, *Crypt. luteolus*, *Crypt. diffluens*, *Candida rugosa*, *C. scottii*, *C. nivalis*, *C. gelida*, *C. frigida*, *Trichosporon pullulans*, *Rhodotorula mucilaginoso*, *R. minuta*, *R. pallida*, *R. marina*, *R. texensis*, *R. macerans*, *R. graminis* で構成されていた。さらに, 彼女は北半球の東グリーンランドの土壌試料 (72°N, 23°W) 中の酵母菌類相と南極のそれらとを比較して, 両極分布を示すものとして *Crypt. laurentii*, *Crypt. albidus*, *Candida scottii*, *C. gelida* をあげた。しかし, 東グリーンランド産の *Candida scottii* は 20°C でもよい生育を示した。東グリーンランドの酵母菌類相のみに特徴的に発見された酵母は *Candida rugosa* と *Rhodotorula glutinis* であった。一方, 南極だけに特徴的な酵母としては, *Debaryomyces kloeckeri*, *D. subglobosus*, *Rhodotorula marina*, *R. macerans* と *R. graminis* があげられる。全体的にみれば東グリーンランドの酵母の大部分は南極の酵母菌類相にもみいだされるということである。

Debaryomyces, *Cryptococcus*, *Rhodotorula* の仲間是一般に海水や空気中に存在するけれども, 南極土壌試料中の酵母集団の大きさの変異や 126 点の試料のうち 74 点の試料に酵母の存在がみとめられなかったことは, 南極土壌の酵母菌類相がすべて海由来の air-borne yeasts による影響を受けているという仮説を否定するものである。南極土壌と air-borne yeasts の種類構成の部分的な類似は自然淘汰の結果である。また南極とグリーンランド土壌試料の酵母菌類相の類似性は, その極端な自然条件下の生育地に適応したような, 酵母の存在を示す証拠である。彼女は以上のような南極酵母の分布論を展開したのである。

4. 南極の子のう菌類と不完全菌類一糸状菌

国際地球観測年以後, 南極産糸状菌類に関する研究は TUBAKI 等 (TUBAKI, 1961a,b, TUBAKI and ASANO, 1965) や CORTE 等 (CORTE and DAGLIO, 1962, 1963) によって行なわれた。

昭和基地および McMurdo 基地周辺の糸状菌については TUBAKI 等 (*l.c.*) によれば, 昭和基地, 東, 西 Ongul 島の土壌から分離した仲間は *Aleurisma carnis*, *Blodgettia borneti*, *Chrysosporium pannorum*, *C. verrucosum* (新種), *Chrysosporium* sp., *Cylindrium griseum*, *Cladosporium* sp., *Dendryphiella salina*, *Fusarium* sp., *Penicillium canescens*, *P. charlesii*, *P. corylophilum*, *Rhacodium* sp. (A), *Rhacodium* sp. (B) であった。

一方, McMurdo 基地, Evans 岬の土壌, 馬の糞, 藻類, 蘚類などの糸状菌類相は, *Aspergillus repens*, *A. restrictus*, *Botryotrichum piluliferum*, *Chrysosporium pannorum*, *C. verrucosum*, *Dendryphiella salina*, *Monodictys austrina* (新種), *Mucor mucedo*, *Penicillium adametzii*, *P. charlesii*, *P. corylophilum*, *P. crustosum* で構成されていた。

一方, CORTE と DAGLIO (1962, 1963) は主に空気中から214株の糸状菌 (Bahia Esperanza から70株, Ellsworth 基地から71株, そして Cabo Primavera から73株) を分離した。これらのうち111の株の糸状菌は次のような種類であった。

Mucor spinescens, *M. racemosus*, *M. circinelloides*, *Rhizopus nigricans*, *Syncephalastrum racemosum*, *Trichoderma koningi*, *T. glaucum*, *T. lignorum*, *Aspergillus fumigatus* group, *A. niger* group, *A. flavus-oryzae* group, *Penicillium decumbens* series, *P. ramigena* series, *P. janthinellum* group, *P. chrysogenum* series, *P. oxilacum* series, *P. roqueforti* series, *P. brevi-compactum* series, *P. commune* series, *P. exapansum* series, *Chrysosporium pannorum* (= *Aleurisma carnis*), *C. roseum* (= *Sporotrichum roseum*), *C. verrucosum*, *Cladosporium* sp., *Helminthosporium* sp., *Mycelia sterilia*. これらのなかで, *Mycelia sterilia* が35株, *P. janthinellum* series が15株であった。結論として彼等は南極の大多数の糸状菌は汎存種であるけれども, これらは南極という極端な自然条件下では十分に菌体が発達していないという。また TUBAKI と ASANO (1965) は, 南極の菌類相は海洋との生態的親近性がきわめて強いことを指摘した。

5. 南極の担子菌類

南極で最初の担子菌類の正確な学名は SINGER(1954, 1957) によって *Omphalina antarctica* (Agaricales-Tricholomataceae) と記載された。1957-58年および1960-61年の夏季に南極半島の Danco Coast, Cabo Primavera でアルゼンチン南極研究所によって大がかりな菌類採集が行なわれた。その結果, *Omphalina* 属—*O. antarctica* とその近縁種, *Galerina* 属 *G. antarctica* (新種), *G. perrara* (新種), *G. moelleri*, *G. longinqua* が採集された。*Galerina* 属の代表的なものは亜南極—南極圏にかけての諸島に広く分布している。非常にかきられた

地域の中で、これだけの種類が複雑に分化している理由は、第1に土壤形成を規定する地理地形による保護と、第2に草本類発達のための好適な微気候の発生によるものであるという (CORTE, 1961). SINGER と CORTE (1962) は棲息圏の相違により、以下の4つに区分した。

- 1) 厚いコケの体を保護して、その上に成育する代表的な Bryophilous fungi—*Galerina longinqua*.
- 2) 小さなコケに斑点状のコロニーを形成する—*G. moelleri*, *G. perrara*.
- 3) コケや泥の上に生育する—*Omphalina*.
- 4) *Descampsia* のあるところに生育する—*G. antarctica*.

そしてさらに、彼等は現在のこれらの菌類の棲息圏と種分化の問題を論じて、次のような点を指摘した。

1) *Galerina antarctica* は現在南極半島の北側に分布していて、南米南端の Patagonia 地方の種類と類縁性があり、少なくともその起源は南米大陸にあり、南極における単子葉類の棲息圏と密接な関係がある。

2) *G. longinqua* はオーストラリア—南極圏諸島にも分布し、同時に南米南端の Fuego 諸島の種類とも関係が深く、古南洋州—南極フローラ (the ancient Austral-Antarctic flora) の残存であろう。

3) *G. moelleri* は両極分布を示す一例。

6. 総 括

IGY 以前は年代順に、IGY 以後は各分類群別にその研究の足跡をたどってみた。EKELOF (1907, 1908) に始まった南極における菌類研究は、国際地球観測年以後は急速に発展し、現在では菌類学者が現地に長期間滞在して、各種の観察、研究ができるようになった。それと同時に研究内容もいろいろな分野にまたがり多様化しつつある。

南極大陸の昭和基地でアフリカ大陸のものと考えられる種子植物やシダ植物の胞子が気流によって運ばれてくることが観察されていることから考えてみても、下等なバクテリア、酵母、糸状菌の胞子がたえず他の大陸から気流によって運ばれていることは想像に難くない。この点については McLEAN (1918, 1919) の仮説がある。氷の生成に関する観点から、air-borne の微生物によって雪氷特有の菌類相が形成されるということである。すなわち、この理論はバクテリアなどが塵に吸着された状態で赤道上の空気によって上昇し、それが高層の風によ

って極点方向に運ばれ、凍結して雪片となり南極大陸に落下するというものである。この仮説を否定するような説が提唱されていることは南極の酵母菌類のところで述べた。SINGER と CORTE (1962) が展開した *Galerina* 属の南極半島における分布、種分化に関する説にみられるように、糸状菌、酵母菌においても古南洋州—南極フローラあるいは古南極フローラ (the ancient Antarctic flora) が何らかのかたちで残存してしていいはずである。DI MENNA (1966 b) も指摘したように、現在南極に分布する糸状菌や酵母菌すべてが海洋に由来する air-borne fungi ではなからう。また他の大陸に由来する菌類が風によって南極に運ばれ、南極の自然条件に適応して棲息圏を維持していることも考えられる。南極の糸状菌や酵母菌の分布論や種分化の問題を論ずることは現段階では誠に難かしい。しかし、我々は何らかの手がかりをえたいものである。今後は分布、種分化および生理・生態的面も包括するようなより総合的な地球科学としての新しいアプローチが南極の菌類研究に望まれる。

なお、最近、南極の微生物（菌類もふくめて）に関する総説が SIEBURTH (1965) によって発表されている。

謝 辞

本研究のための野外調査および試料採集に当って、米南極観測隊並びに海軍支援隊のご協力を載いた。記して謝意を表する。

著者の一人、杉山（純）は、南極における調査、研究の機会を与えられた千葉工業大学鳥居鉄也教授並びに横浜市立大学福島 博教授、また出発前種々有益な情報を載いた国立科学博物館小林義雄博士に深く感謝致します。また現地での試料採取にあたって種々ご協力を載いた張 連英博士、吉田栄夫博士並びに平山善吉氏に厚くお礼申し上げます。

文 献

- CORTE, A La primera fanerogama adventicia hallada en el continente antartico. Contrnes Inst. antartico argent, No 62, 14, 1961.
- CORTE, A. and C A. N. DAGLIO. A mycological study of the Antarctic air Biologie Antarctique, 115-120, Hermann, Paris, 1962.
- CORTE, A. and C. A. N DAGLIO Micromicetes aislados en el Antartico Contrnes Inst antartico argent, No. 74, 27 pp, 1963
- DI MENNA, M. E.: Yeasts from Antarctica J gen Microbiol, 23, 295-300, 1960
- DI MENNA, M. E. Three new yeasts from Antarctic soils *Candida nivalis*, *Candida gelida* and *Candida frigida*, spp n. Antonie van Leeuwenhoek, 32, 25-28, 1966a

- DI MENNA, M E Yeasts in Antarctica *Antonie van Leeuwenhoek*, **32**, 29-38, 1966b
- EKELOF, E Studien ueber den Bakteriengehalt der Luft und des Erdbodens der antarktischen Gegenden, ausgefuhrt wahrend der schwedischen Sudpolar-Expedition 1901-1903 *Z Hyg InfektKrankh*, **56**, 344-370, 1907
- EKELOF, E Bakteriologische Studien wahrend der schwedischen Sudpolar-Expedition *Wiss Ergeb schwed Sudpolar-Exped 1901-1903*, **7** (7), 120 pp, Stockholm, 1908
- HARDER, R and I PERSIEL Notiz uber das Vorkommen niederer Erdphycomyceten in der Antarktis *Arch Mikrobiol*, **41**, 44-50, 1962
- MCLEAN, A L Bacteria of ice and snow in Antarctica *Nature*, **102**, 35-39, London, 1918
- MCLEAN, A L Bacteriological and other researches *Scient Rep Australas Antarct Exped*, 1911-1914, Sidney Ser C, **7** (4), 1-130, 1919
- MEYER, G H, M B MORROW and O WYSS Viable micro-organisms in a fifty-years old yeast preparation in Antarctica *Nature*, **196**, 598, 1962
- SCOTT, T R The growth of micro-organisms on ox muscle I The influence of water content of substrate on rate of growth at -1°C *Coun Sci Ind Res Aust*, **9**, 177, 1958
- SIEBURTH, J M Microbiology of Antarctica *Biogeography and Ecology in Antarctica*, 267-295, Junk, The Hague, 1965
- SINGER, R The cryptogamic flora of the Arctic *Bot Rev*, **20**, 451-462, 1954
- SINGER, R A fungus collected in the Antarctic *Sydowia*, **1**, 16-23, 1957
- SINGER, R and A CORTE A study of Antarctic Basidiomycetes *Biologie Antarctique*, 161-163, Heimann, Paris, 1962
- SONEDA, M On some yeasts from the Antarctic region *Biol Results JARE*, No **15**, 10 pp, 1961
- TSIKLINSKY, M La flore microbienne dans les régions du Pôle sud *Expédition Antarctique Française 1903-1905* 36 pp, Masson et Cie, Paris, 1908
- TUBAKI, K On some fungi isolated from the Antarctic materials. *Biol Results JARE*, No **14**, 9 pp, 1961a
- TUBAKI, K Notes on some fungi and yeasts from Antarctica *Antarctic Rec*, No **11**, 161-162, 1961b
- TUBAKI, K and I ASANO Additional species of fungi isolated from the Antarctic materials *JARE 1956-62 Scient Rep*, Ser E, No **27**, 1-12, 1965

(1967年1月24日受理)