

海藻の初期発生におよぼす温度と塩分濃度の影響

I. アカバギンナンソウの果胞子発芽

小 河 久 朗

東北大学農学部水産学科 (980 仙台市堤通雨宮町 1-1)

OGAWA, H. 1985. Combined effects of temperature and salinity on the early development of marine algae. I. Carpospore germination of *Rhodoglossum japonicum* MIKAMI. Jap. J. Phycol. 33: 45-50.

The germination rate, the development of germlings and the elongation of rhizoidal cells in the carpospore germination of *Rhodoglossum japonicum* MIKAMI collected at Onagawa, Miyagi-ken, Japan, were investigated under different conditions of temperature and salinity. The germination pattern of carpospores was similar to the immediate discal type. In some of the germlings, colorless hairs were observed at the central area of the discs. The carpospores germinated in broad ranges of temperature (3-25°C) and salinity (16.3-55.1‰S). The desirable temperature and salinity for the germination rate, the development of germlings and the elongation of rhizoidal cells were 10-15°C and 25.9-38.9‰S, and the highest values for them were obtained at 15°C and 32.0‰S respectively.

Key Index Words: carpospore germination; marine alga; *Rhodoglossum japonicum*; *Rhodophyta*; salinity; temperature.

Hisao Ogawa, Department of Fishery Science, Faculty of Agriculture, Tohoku University, Sendai, 980 Japan.

糊料の原料として重要な海藻であるアカバギンナンソウ (*Rhodoglossum japonicum* MIKAMI) は環境変化の影響を受け易い潮間帯の下部に生育している。潮間帯は環境要因のなかでも温度、塩分濃度の変化が大きいところであり、このような場所にアカバギンナンソウが生育可能なのは温度、塩分濃度の変化に対して幅広い適応性を持っているためと考えられる。アカバギンナンソウの発生については猪野 (1947)、木下 (1949) などの報告があるものの、生態については木下 (1949) が増殖学的見地から果胞子の発芽、発生におよぼす温度の影響についてまとめたのみみられるだけで、知見は乏しい。

そこで、アカバギンナンソウの環境に対する適応性を知ることを目的として、環境要因の中の温度と塩分濃度が初期発生におよぼす影響について調べた。ここにその結果を報告する。

材 料 と 方 法

1984年3月、4月に宮城県女川町小乗浜地先でアカバギンナンソウの果胞子体を採集し、実験に供した。

5個体の果胞子体から成熟嚢果の部分を取り、沔過海水を満したペトリ皿 (120×25 mm) にそれを入れ、10~15°C の温度条件下で静置し、胞子放出を行なわせた。果胞子は、放出後、試験管に集め、余分の海水を捨てて胞子液とし、これを塩分濃度を調整した海水 10 ml を入れたペトリ皿 (60×15 mm) に散布した。果胞子の散布密度は 100~200個/cm² だった。

海水の塩分濃度調整は、沔過海水 (32.0‰S) を蒸留水で希釈または濃縮することにより行ない、12.9, 16.3, 19.4, 22.7, 25.9, 32.0, 38.9, 42.1, 45.3, 48.6, 51.8, 55.1, 58.3‰S の13段階の濃度のものを作った。温度は 3, 5, 10, 15, 20, 25°C の6段階に、光は白色蛍光灯により、1,600~1,800 lux, 14時間照明にそれぞれ条件を設定した。このような条件下で果胞子を培養し、発生、発芽率、発芽体の大きさ、仮根細胞の長さなどについて、7日、14日後に観察、測定を行なった。測定個体数は各実験区とも 200個以上とした。

結 果

発生：果胞子の発生過程は猪野(1947), 木下(1949)の観察結果と同様であった (Fig. 1)。果胞子は細胞分裂を繰り返して多細胞の盤状体となり, その下部からは細長い仮根細胞が伸長してくる。この時期, 発芽体の頂部に透明な毛を形成するもの (Fig. 1-1) と, しないもの (Fig. 1-2) とがみられた。発芽体の下部より伸長した仮根細胞は更に発生が進むと, 先端部は分裂して吸盤状の仮根を形成した (Fig. 1-3)。

低塩分濃度下では発芽体の大きさ, 仮根細胞の長さなどは正常海水 (32.0‰ S) でのものに比べて劣ったものの, 発生は正常だった。しかし, 高塩分濃度下では, 細胞分裂は不規則で, 発芽体は歪な盤状体となり, 仮根細胞は発芽体の下部以外にも, 側部からも伸長しているのがみられた (Fig. 1-4)。塩分濃度が48.6‰ S以上では果胞子は発芽するものの, 生長することなく, 仮根細胞の形成もみられなかった (Fig. 1-5)。このため, 発芽体は培養器に付着していなかった。

発芽率：発芽率におよぼす温度 (3, 5, 10, 15, 20,

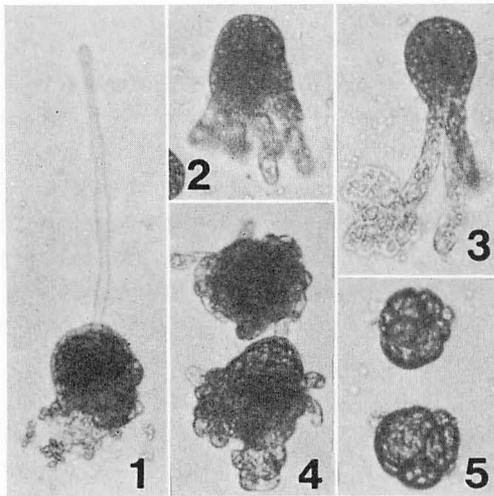


Fig. 1. Germination of carpospores of *Rhodoglossum japonicum*. 1: Germling with colorless hair, 2: Germling prolonged rhizoidal cell from the base, 3: Rhizoidal cell developing an attachment organ, 4: Fourteen-day old germlings cultured in 45.3‰ S at 15°C, showing irregular cell divisions and rhizoidal cells, 5: Same stage germlings cultured in 48.6‰ S at 15°C showing irregular cell divisions and lacking of rhizoidal cell.

25°C) と塩分濃度 (12.9, 16.3, 19.4, 22.7, 25.9, 32.0, 38.9, 42.1, 45.3, 48.6, 51.8, 55.1, 58.3 ‰ S) の影響について観察した (Fig. 2)。

低塩分 12.9‰ S では7日後には果胞子は全部破裂して死滅していた。16.3‰ S では破裂していない果胞子はみられたものの, 細胞分裂は認められなかった。塩分58.3‰ S では, 果胞子は破裂していなかったが, 細胞分裂は認められなかった。発芽がみられた塩分濃度は, 3°C で 5.9~45.3‰ S, 5°C と 25°C で 22.7~48.6‰ S, そして10, 15, 20°C では16.3~55.1‰ S の範囲であった。発芽可能な塩分濃度の範囲は低温, 高温になるほど狭くなり, また各温度とも低塩分, 高塩分になるほど発芽率は低下していた。最も高い発芽率は各温度とも正常海水 (32.0‰ S) のときに得られ, その値は10°C の84%, 15°C の83%, 20°C の78%, 5°C の73%, 25°C 31%そして3°C の3%の順によかった。

15°C までは各温度とも14日後の発芽率の方が7日後のそれに比べて高い値を示していた。とくに5°C での14日後の発芽率は7日後のその9.0~26.5倍あり, この間の発芽率の増加は他の温度に比べて著しく大きかった。一方, 20°C 以上の温度では14日後の発芽率は7日後のそれよりも下まわっており, 15°C までの温度でみられた傾向とは異なっていた。

発芽体：発芽体の生長におよぼす温度 (3, 5, 10, 15, 20, 25°C) と塩分濃度 (19.4, 22.7, 25.9, 32.0, 38.9, 45.3‰ S) の影響について観察した (Fig. 3)。

発芽体の生長は塩分45.3‰ S での7日後の結果以外は各塩分濃度とも7日後, 14日後の値は15°C のときに最もよく, 次いで10, 5, 20°C の順であった。最も生長のよかった15°C のときの発芽体の大きさを塩分濃度についてみると, 正常海水 (32.0‰ S) での生長が7日後, 14日後とも最もよく, 体長は 35.5µm, 38.6µm あった。正常海水中での体長の値を, 22.7, 25.9, 38.9‰ S の塩分濃度中でのそれと比べてみると, 7日後で97~99%, 14日後で96~98%となり, これらの値は正常海水の値に比べて大きさに著しい差は認められなかった。

発芽体の生長は各温度とも塩分濃度が減少, 増加するにともなって低下しており, 5°C と 20°C とでは 22.7‰ S 以下, 38.9‰ S 以上の塩分濃度下で発芽体の大きさは14日後でも7日後と殆んど同じであった。この傾向は20°C でとくに顕著に認められた。

仮根細胞：発生が進むと発芽体の下部から伸長した細長い仮根細胞の先端部は細胞分裂により吸盤状とな

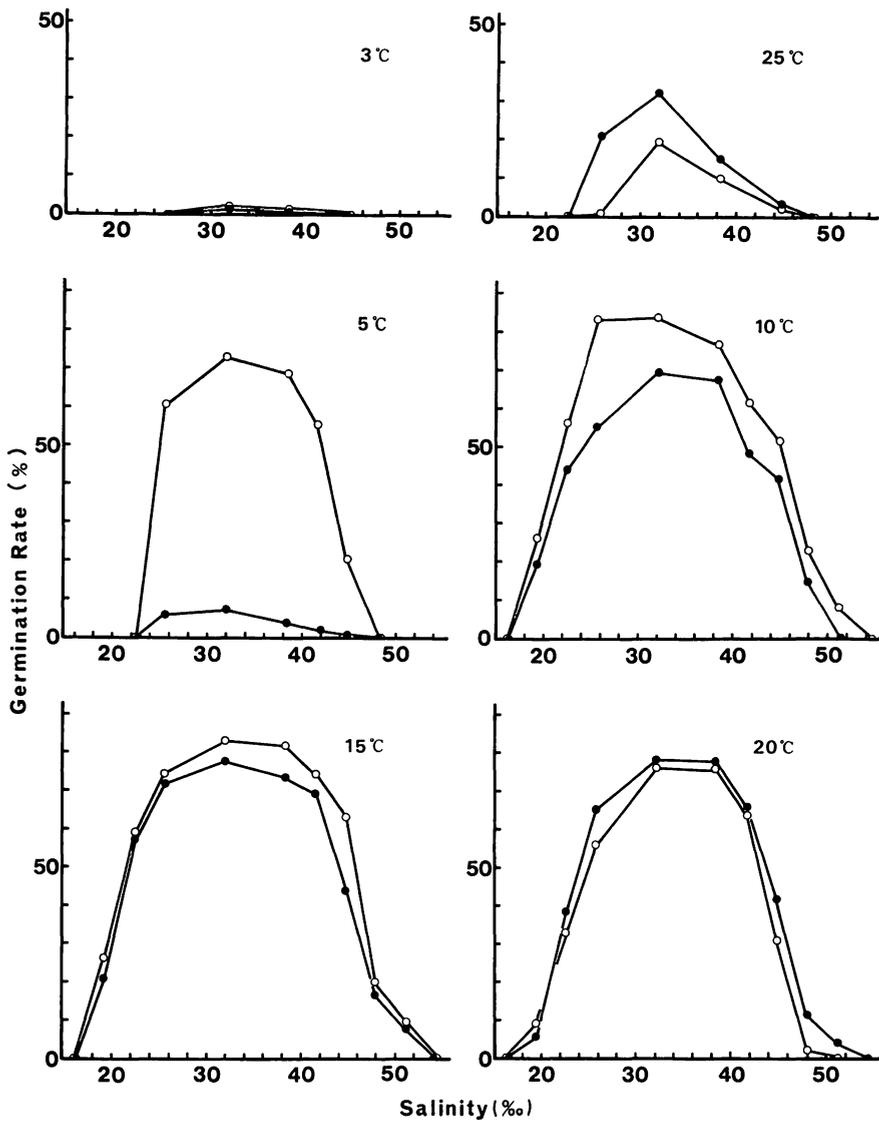


Fig. 2. Germination rate of carpospores of *Rhodoglossum japonicum* at various temperatures and salinities. ●: 7 days, ○: 14 days.

り、仮根が形成される (Fig. 1-3)。この仮根細胞の伸長によぼす温度 (5, 10, 15, 20°C) と塩分濃度 (19.4, 22.7, 25.9, 32.0, 38.9, 42.1‰ S) の影響について観察した (Fig. 4)。

仮根細胞の伸長は各塩分濃度とも15°Cのときが7日後、14日後とも最もよく、7日後では32.0‰ S (正常海水) で 48.4 μm, 14日後では25.9‰ S で 51.8 μm あった。仮根細胞は15°Cまでは温度が高くなるほどよく伸長し、15°Cを越すと伸長は低下していた。この傾向は25.9‰ S以下の低塩分濃度側で顕著に認めら

れた。5°Cと10°Cでは塩分32.0~38.9‰ Sの高塩分濃度側の方で、15°Cと20°Cでは塩分25.9~32.0‰ Sの低塩分濃度側の方でそれぞれ仮根細胞はよい伸長を示した。

考 察

果胞子の発生過程は猪野 (1947), 木下 (1949) の観察結果と同じであった。発芽体には猪野 (1947) が報告したのと同様な透明な毛 (Fig. 1-1) が形成され

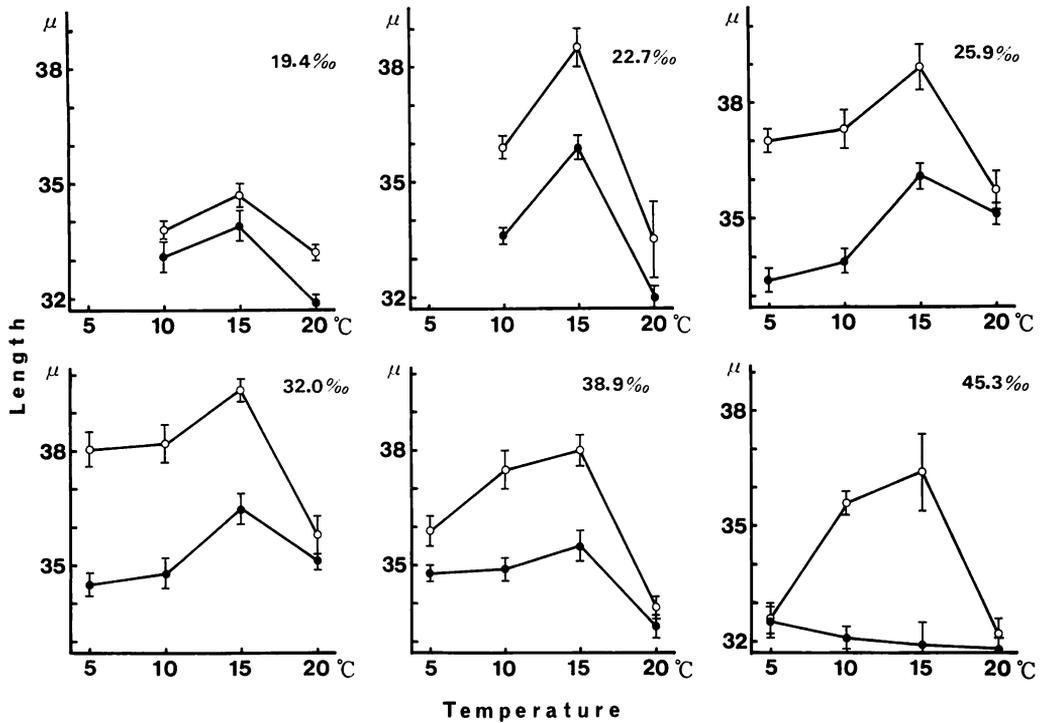


Fig. 3. Development of germlings of *Rhodoglossum japonicum* at various temperatures and salinities. Vertical lines indicate standard deviation. ●: 7 days, ○: 14 days.

るのが観察された。アカバギンナンソウ以外にもクロバギンナンソウ (猪野, 1947), *Chondrus crispus* (CHEN and McLACHLAN 1972, BIRD *et al.* 1979, CHIEN and TAYLOR 1980) や、その他多くのアカバギンナンソウと同様の発生型を示す真正紅藻類の初期発生時の発芽体上に透明な毛の形成されることが知られている。これらのことは、真正紅藻類の初期発生時の発芽体での透明な毛の形成は一般的特徴であると考えられる。しかし、福原 (1958) はクロバギンナンソウの果胞子、四分胞子の発芽体には透明な毛の形成はみられなかったとして、スギノリ科およびクロバギンナンソウと同じ発生型を示す真正紅藻類について、この点を再検討する必要があることを指摘している。今回の観察でも透明な毛の形成がみられなかった発芽体も認められた (Fig. 1-2)。このように相反する結果が得られたことは、同一種ではあっても個体が異なると初期発生時に透明な毛を形成するものと、そうでないものが存在することを示唆している。この点については今後、再検討してみる必要があると思われる。

果胞子の発芽は3~25°Cの範囲でみられ、とくに、10°C, 15°Cでは他の温度のときよりも高く、83~84

%を示している。また発芽体の生長、仮根細胞の伸長とも15°Cのときが最もよく、次いで10, 20, 5°Cの順である。これらのことから女川産のアカバギンナンソウの果胞子の発芽温度の下限は3°C, 上限は25°C, そして好適温度は10~15°Cと考えられる。木下 (1949) は余市産のアカバギンナンソウの果胞子の発芽温度の下限は7°C付近, 上限は16°C, 最適温度は10~16°Cと報告しているが、女川産のものはこれに比べて発芽好適温度では相違はないものの、発芽可能温度の幅は広く、高温側に偏っているのが特徴である。これは、女川はアカバギンナンソウの分布の上では最も南に位置しており (岡村 1936), 余市に比べて高水温の現われる頻度が多く、期間も長いことなど、女川産のアカバギンナンソウは高水温に対する適応能力が余市産のものより大きいと考えられる。また、温度が15°C以下では発芽率は7日後よりも14日後の方が上回っているが、20°C以上では逆に発芽率は14日後の方が7日後よりも下回っており、15°Cと20°Cとの間に発芽に対する温度効果に相違のあることが窺われる。

果胞子の発芽への塩分濃度の影響についてみると、発芽率は高塩分濃度よりも低塩分濃度のときに低く、

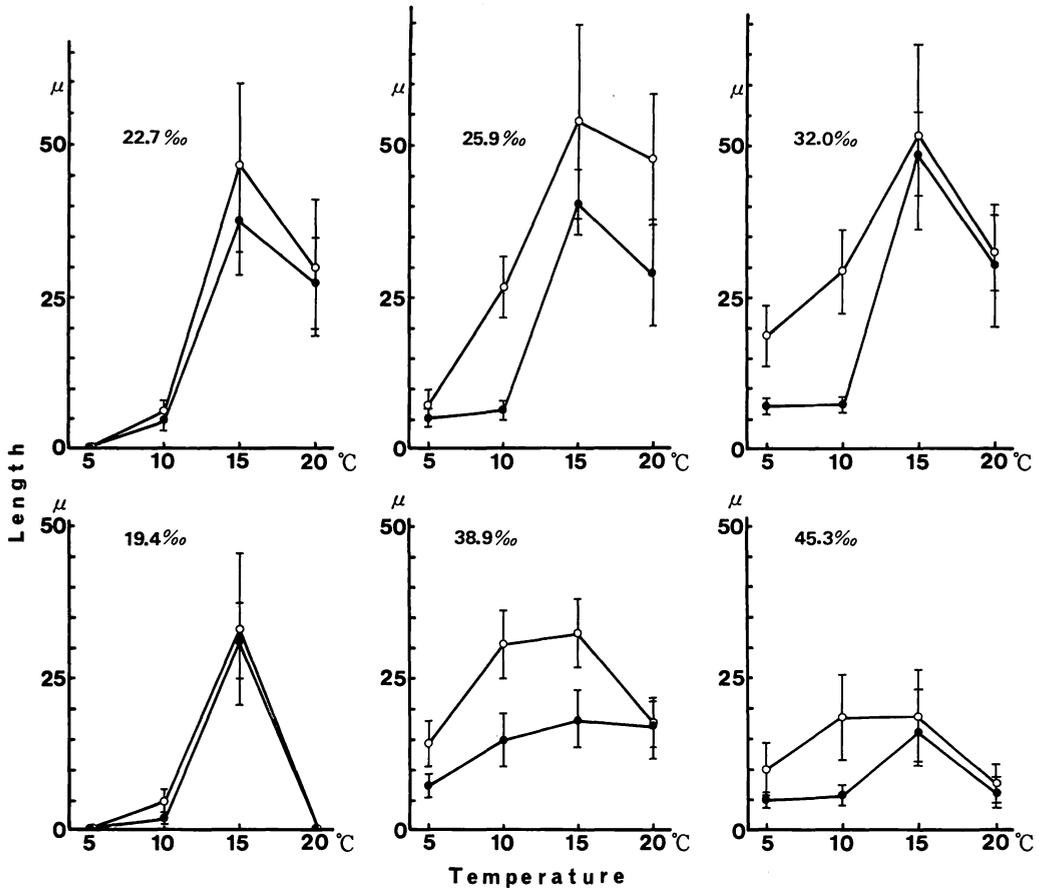


Fig. 4. Elongation of rhizoidal cells of *Rhodoglossum japonicum* at various temperatures and salinities. Vertical lines indicate standard deviation. ● : 7 days, ○ : 14 days.

この場合、温度が5°C以下、20°C以上であれば塩分濃度による影響は増幅されて発芽率は急激に低下している。発芽体の生長、仮根細胞の伸長もまた塩分濃度の低下、増加とともに遅れてくる。この傾向は発芽体では20°Cのとき顕著にみられる。仮根細胞では5°Cと10°Cで32.0~38.9‰Sの、15°Cと20°Cでは25.9~32.0‰Sの範囲でそれぞれ伸長がよく、温度により仮根細胞伸長の好適塩分濃度が異なっている。BURNS and MATHIESON (1972) は *C. crispus* の果胞子の発芽と温度・塩分濃度の関係について、3°Cでは15~40‰S、11°Cと19°Cでは15~45‰Sの範囲で発芽がみられ、最もよい発芽率は11°C、35‰Sでみられたと報告している。この結果もまた、発芽可能な塩分濃度の範囲は温度によって異なることを示唆している。

これらのことから、発芽率、発芽体の生長、仮根細胞の伸長には好適塩分濃度があり、その範囲は温度によって支配を受けていることが考えられる。この点に

ついては今後、検討を進めて行きたい。

引用文献

- BIRD, N.L., CHEN, L.C.-M. and MCLACHLAN, J. 1979. Effects of temperature, light and salinity on growth in culture of *Chondrus crispus*, *Furcellaria lumbricalis*, *Gracilaria tikvahiae* (Gigartinales, Rhodophyta), and *Fucus serratus* (Fucales, Phaeophyta). Bot. Mar. 22: 521-527.
- BURNS, R.L. and MATHIESON, A.C. 1972. Ecological studies of economic red algae. II. Culture studies of *Chondrus crispus* STACKHOUSE and *Gigartina stellata* (STACKHOUSE) BATTERS. J. exp. mar. Biol. Ecol. 8: 1-7.
- CHEN, L.C.-M. and MCLACHLAN, J. 1972. The life history of *Chondrus crispus* in culture. Can. J. Bot. 50: 1055-1060.
- CHEN, L.C.-M. and TAYLOR, A.R.A. 1980. Investigations of distinct strains of *Chondrus*

crispus STACKH. II. Culture studies. Bot. Mar. 23: 441-448.

福原英司 1958. クロバギンナンソウの生態学的研究. 第7報. 初期発生について. 北水研報 1958(17): 137-146.

猪野俊平 1947. 海藻の発生. 北隆館, 東京.

木下虎一郎 1949. 北海道浅海水族の増殖に関する研究. 其のII. ノリ・テングサ・フノリ及びギンナンソウの増殖に関する研究. 北方出版社, 札幌.

岡村金太郎 1936. 日本海藻誌. 内田老鶴圃, 東京.

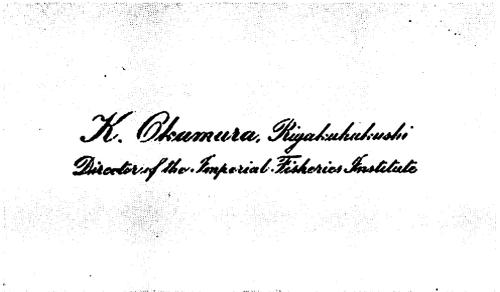
黒木宗尚: 岡村金太郎先生の名刺 Munenao KUROKI: A card of Dr. Kintaro Okamura

御遺族の方から北海道大学理学部植物分類学教室でお預りしている岡村金太郎先生の銅版を教室の岡部トキ氏の尽力で印刷したものである。

K. Okamura. Rigakuhakushi

Director of the Imperial Fisheries Institute とある。

水産講習所・所長の時代のもと思われる。理学博士はリガクハカセではなくリガクハクシである。



K. Okamura, Rigakuhakushi
Director of the Imperial Fisheries Institute

(060 札幌市北区北10西8 北大・理・植)