

東オングル島の土壤環境

唐沢 栄*・矢沢篤子*・遠藤陽子*

Chemical Analysis of Soil in East Ongul Island, Antarctica

Sakae KARASAWA*, Atsuko YAZAWA* and Yoko ENDO*

Abstract: Soil samples were taken at 16 points in East Ongul Island, Antarctica from January 7 to February 4, 1974.

The chemical analysis of them obtained the following results:

- 1) Dissolved cations; 0.10–4.63 me/100 g soil.
- 2) Cation exchangeable capacity; 1.15–5.87 me/100 g soil.
- 3) Exchanged cations; Mg 2.81–4.26 me/100 g soil, Ca 0.18–2.16 me/100 g soil, Na 0.01–11.3 me/100 g soil, K 0.01–0.96 me/100 g soil.

From the obtained results three areas were distinguished, namely, the area containing much dissolved cations, the area where the degree of base saturation is high, and the area in which the degree of base saturation is adequate for plant growth.

要旨: 1974年1月7日から2月4日まで、東オングル島で採取した16地点の土壤の理化学性に関する分析を試みた。

それによれば東オングル島の土壤は、粒径の大きい粗砂あるいは細砂に属し、土壤が置換できる塩基の最大容量を示す塩基置換容量は、1.15~5.87 me/100 g soil と日本国内の畑地の5分の1程度の値であり、養分保持力が小さく、養分欠乏を起しやすい土質といえた。また全置換性塩基は0.67~12.7 me/100 g soil、塩基飽和度は43~217%であった。

島の東部から西南部にかけては、海塩粒子等の影響と思われる水溶性ナトリウムが高濃度で検出された。

東オングル島内で作物生育に適する地点は、島の東中央部のごく狭い地域に限られ、コケ類等の生育地点とはかならずしも一致していなかった。

1. はじめに

東オングル島の藓群落とその環境条件等については、松田(1964)、福島(1968)、小林(1974)等によって調査がされており、土壤藻類についても、秋山(1968)等の報告がある。しかし、これらの植生の大きな環境要因である土壤の養分分析についての報告はない。土壤の養分保

* 横浜市衛生研究所. Yokohama City Institute of Health, 2-17, Takigashira 1-chome, Isogo-ku, Yokohama 235.

持能力および現在保持されている養分を知ることは、単に植物が生育するか否かという基質の性格を知るにとどまらず、生態学的な研究に重要な意義を持つと考えられる。著者の一人唐沢は1974年1月7日から2月4日まで、東オングル島の土壌を採取する機会を得、これらの試料について土壌塩基類の分析を行い、養分保持能力等の検討を行ったので、その概要を報告する。

本報告にあたり、ご助言をいただきました神奈川県公害センター湘南支所篠崎光夫大気科長に厚くお礼申し上げます。

2. 調査方法

調査は1974年1月7日から2月4日までの間、東オングル島で行った。地点の設定にあたり、昭和基地の発電棟を基点としてほぼ300mごとに弧を描き、その線にそって計16地点を扇状に選んだ(図1)。

試料は表層をとりのぞき、滅菌スパーテルを用いて、深さ30cmの砂土を約500g採取し、滅菌ポリエチレン容器に入れ、船上の冷蔵庫で $0^{\circ}\text{C}\sim 4^{\circ}\text{C}$ に保存しながら持ちかえった。

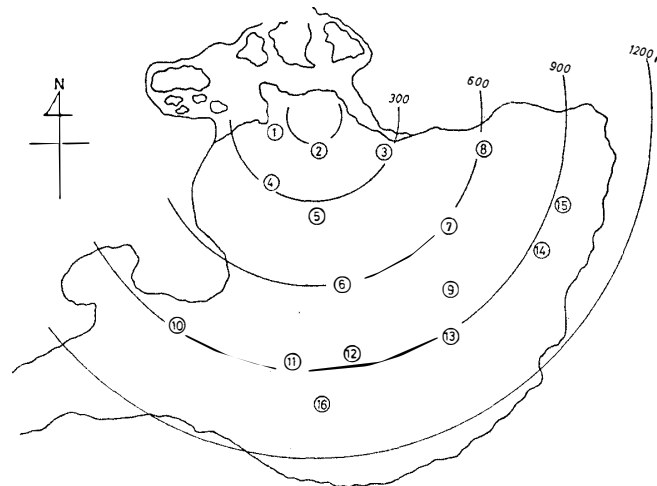


図1 東オングル島における土壌試料採取地点

Fig. 1. Soil sampling points in East Ongul Island between January 7 and February 4, 1974.

3. 分析方法

無じん処理を施した実験室において、土壌を室温で水分の蒸発がなくなるまで数日間風乾し、その後2mm目の篩で篩別し、通過したものを風乾土試料とした。

次に水素イオン濃度を土壌の分析法にしたがい、ガラス電極pHメーターを用いて測定し

た. 分析は土壌養分分析法にしたがい, 塩基置換容量および全置換性塩基 (マグネシウム, カルシウム, ナトリウムおよびカリウム) について行い, それらの値から塩基飽和度を算出した.

3.1. 全置換性塩基

置換浸出液として, pH 7 の 1 規定酢酸アンモニウム溶液を用い, カラムから浸出液が 1 分間に 6~10 滴落下するように調節し, 土壌粒子の置換基をアンモニウムイオンで置換した. これによって得られた置換浸出液を用い, マグネシウムおよびカルシウムは, 原子吸光分光光度法で, ナトリウムおよびカリウムは炎光分析法で定量した. しかし, 後にふれるように水溶性塩基の影響が大きいため, あらかじめこれを水で除去したのち改めて測定した.

3.2. 塩基置換容量

次いで過剰の酢酸アンモニウムを 80% メタノールで洗浄後, 10% 塩化カリウムを用いアンモニウムイオンを置換浸出し, ホルモール法を用いて定量した.

4. 結果と考察

分析結果は表 1 に示したとおりである.

土壌とは, 本来鉱物粒子および腐植からなる大きささまざまな粒子で成り立っているものであるが, 東オングル島の場合は鉱物粒子がほとんどで, 粒径も比較的大きい粗砂 (粒径 2~0.2 mm) あるいは細砂 (0.2~0.02 mm) に属し, シルト (0.02~0.002 mm) および粘土 (0.002 mm 以下) の微細粒子がきわめて少ない砂土であった (唐沢・遠藤未発表資料).

土壌の水素イオン濃度について, いわゆる作物生育至適範囲は 6~7 であるとされ, 篠崎・西山 (1972), 篠崎・前野 (1972) も同様な報告をしている. 東オングル島内の各地点では, 地点 3, 10 が, 4.5 であり, 他の地点は 5.7~8.8 の範囲であったが, そのうち作物の生育に好ましいといわれる水素イオン濃度は, 地点 4, 5, 7, 8, 11 の 5 地点であった.

4.1. 塩基置換容量

土壌が置換できる塩基の最大容量を示す塩基置換容量は, 1.15~5.87 me/100 g soil (風乾土 100 g あたりの mg 当量) であった. とくに地点 10, 12, 13, 14, 15 では高い値を示し, いずれも 4.00 me/100 g soil 以上を示していた. ついで地点 2, 3, 5, 7, 9 の地点では, 1.80~2.90 me/100 g soil を示していたが, 前 5 地点と比較するとかなり値は低かった. 他の地点はいずれもきわめて低い値であった. 最高値は地点 15 の 5.87 me/100 g soil であったが, この

表 1 土壤の分析結果
 土壤に含有される水溶性塩基と置換性塩基を示した。また塩基飽和度は、
 塩基置換容量・置換性塩基の割合で示してある。

Table 1. Analysis of cations in soil of East Ongul Island.
 Degree of base saturation is shown as ration of total exchanged
 cations to cation exchangeable capacity.

| Stations | pH (H ₂ O) | Cation exchangeable capacity (me/100 g soil) | Dissolved cations (me/100 g soil) | | | | | Exchanged cations (me/100 g soil) | | | | | Degree of base saturation (%) |
|----------|--------------------------|---|--------------------------------------|-------|------|------|-------|--------------------------------------|------|-------|------|-------|-------------------------------------|
| | | | Mg | Ca | Na | K | Total | Mg | Ca | Na | K | Total | |
| 1 | 8.0 | 1.73 | 0.01 | <0.01 | 0.13 | 0.01 | 0.15 | 0.44 | 0.27 | 0.74 | 0.14 | 1.59 | 92 |
| 2 | 7.4 | 1.99 | 0.02 | <0.01 | 0.24 | 0.01 | 0.27 | 0.38 | 0.49 | 0.59 | 0.24 | 1.65 | 83 |
| 3 | 4.5 | 2.30 | 0.01 | 0.01 | 0.20 | 0.04 | 0.26 | 0.49 | 0.48 | <0.01 | 0.01 | 0.98 | 43 |
| 4 | 5.7 | 1.17 | 0.01 | <0.01 | 0.11 | 0.01 | 0.13 | 0.27 | 0.22 | 0.11 | 0.09 | 0.69 | 59 |
| 5 | 6.5 | 1.86 | 0.02 | <0.01 | 0.11 | 0.03 | 0.16 | 0.85 | 0.83 | 0.04 | 0.04 | 1.76 | 95 |
| 6 | 7.4 | 1.31 | 0.01 | <0.01 | 0.48 | 0.01 | 0.50 | 0.26 | 0.23 | 0.43 | 0.19 | 1.11 | 85 |
| 7 | 6.5 | 2.90 | 0.01 | <0.01 | 0.43 | 0.05 | 0.49 | 0.71 | 0.73 | 0.05 | 0.07 | 1.56 | 54 |
| 8 | 6.0 | 1.60 | 0.01 | <0.01 | 0.08 | 0.01 | 0.10 | 0.36 | 0.29 | <0.01 | 0.04 | 0.69 | 43 |
| 9 | 8.0 | 1.84 | 0.01 | <0.01 | 0.27 | 0.03 | 0.31 | 0.53 | 0.39 | 0.23 | 0.10 | 1.25 | 68 |
| 10 | 4.5 | 5.36 | 0.20 | 0.24 | 0.67 | 0.03 | 1.14 | 0.80 | 1.99 | <0.01 | 0.01 | 2.80 | 52 |
| 11 | 6.9 | 1.57 | 0.01 | <0.01 | 0.13 | 0.01 | 0.15 | 0.63 | 0.58 | <0.01 | 0.09 | 1.30 | 83 |
| 12 | 7.5 | 5.24 | 0.03 | <0.01 | 0.32 | 0.04 | 0.39 | 2.81 | 2.16 | 0.62 | 0.28 | 5.87 | 112 |
| 13 | 8.3 | 4.07 | 0.06 | <0.01 | 1.16 | 0.08 | 1.30 | 0.80 | 0.58 | 0.94 | 0.45 | 2.77 | 68 |
| 14 | 8.8 | 4.74 | 0.03 | <0.01 | 2.40 | 0.08 | 2.52 | 1.06 | 1.14 | <0.01 | 0.12 | 2.32 | 49 |
| 15 | 8.7 | 5.87 | 0.07 | <0.01 | 4.47 | 0.09 | 4.63 | 0.27 | 0.18 | 11.3 | 0.96 | 12.7 | 217 |
| 16 | 7.5 | 1.15 | 0.01 | <0.01 | 0.24 | 0.01 | 0.26 | 0.59 | 0.83 | <0.01 | 0.05 | 1.47 | 128 |

値は日本国内の畑地の5分の1程度の値であり、養分保持力が小さく、養分欠乏を起しやすいつ質といえた。

塩基置換容量は、主に粘土鉱物および腐植からなる陰性膠質（コロイド）のまわりに保持される塩基（ Na^+ , K^+ , Mg^{++} , Ca^+ ）および水素イオンの容量であり、普通砂質のものは、火山灰土壌の平均的な値 $30 \text{ me}/100 \text{ g soil}$ と比較し、かなり小さい値を示すといわれている。また一般的に、 $10 \text{ me}/100 \text{ g soil}$ 以下の土壌は、貧弱な土壌とされ、作物栽培には不適當とされている。

4.2. 置換性塩基

一般土壌ではカルシウムが大部分であり、マグネシウムがこれに次いでいる。東オングル島では、はじめ水溶性塩基を特に除外することなく、置換性塩基を測定した結果、カルシウムが $0.18 \sim 2.23 \text{ me}/100 \text{ g soil}$ 、マグネシウムが $0.27 \sim 1.09 \text{ me}/100 \text{ g soil}$ 、ナトリウムは $0.13 \sim 15.8 \text{ me}/100 \text{ g soil}$ 、およびカリウムは $0.04 \sim 1.05 \text{ me}/100 \text{ g soil}$ の範囲にあった。

塩基置換容量に対する全置換性塩基の割合を示す塩基飽和度を求めると、東オングル島16調査地点中8地点で100%をこえていた。塩基飽和度は土壌が溶脱されるにしたがい、置換性塩基を流亡し、その値が減少する。しかし、東オングル島では、逆に100%をこえる地点が多いことから、置換性塩基の他に水溶性塩基も同時にかなり測定されていたと考えられた。

4.2.1. 水溶性塩基

そこで著者等は土壌中の水溶性塩基の測定を試みた。

すなわち試料をビーカーに入れ蒸留水 100 ml を加え、マグネティックスターラーで5分間かくはんし、ほとんど懸濁がなくなったことを確めたのち、上澄液についてマグネシウム、カルシウム、ナトリウムおよびカリウムの測定をした（表1）。

これによれば多くの地点でナトリウムの溶出が著しく、 0.11 から $4.47 \text{ me}/100 \text{ g soil}$ であった。マグネシウムは 0.01 から $0.20 \text{ me}/100 \text{ g soil}$ 、カリウムは 0.01 から $0.09 \text{ me}/100 \text{ g soil}$ と溶出量はごくわずかであり、カルシウムはほとんどの地点で検出限界 ($0.01 \text{ me}/100 \text{ g soil}$) 以下であり、水溶性塩基はナトリウムに代表されると考えられた。

各地点の水溶性ナトリウムと置換性ナトリウムの割合を図2に示した。

これによれば基地の南東部地点12, 13, 14, 15は、ナトリウム総量が他の地点と比較して高く、 $0.94 \text{ me}/100 \text{ g soil}$ から $15.8 \text{ me}/100 \text{ g soil}$ を示した。特に地点15は、 $15.8 \text{ me}/100 \text{ g soil}$ と特異的に高い値を示していた。水溶性ナトリウムは全地点で測定されたが、地点12, 13,

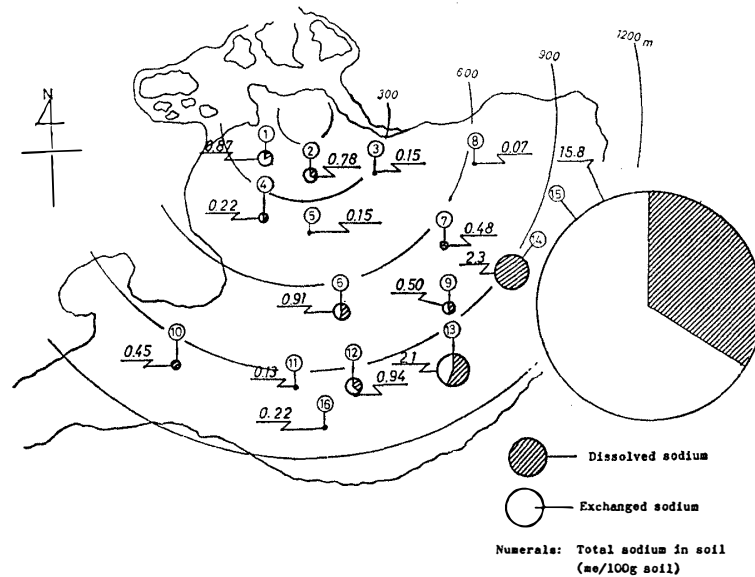


図2 水溶性ナトリウムと置換性ナトリウムの割合

Fig. 2. Numerals and diameter of circles show total amount of exchanged sodium and dissolved sodium.

14, 15 はナトリウム総量と同様に、水溶性ナトリウムも高い値を示した。また地点 3, 8, 10, 11, 14, 16 ではナトリウム総量のすべてが、水溶性ナトリウムであった。土壤試料は表土を取りのぞき深さ 30 cm の深度から採取したが、土質が鉱物性粒子で風雪等により移動しやすく、表土に付着していたナトリウム塩が浸透した結果、30 cm 層の水溶性ナトリウムが高い値を示したと推定された。

これらのことから、東オングル島の北東部から西南にかけての地域は、海塩の影響をきわめて大きく受けている地域と考えられた。とくに東端地域の地点 13~15 付近は、水溶性ナトリウムの値が特異的に大きく、海塩の影響を強く受けていると思われた。

これに対し、島の中央域から北西域にかけての地域は、水溶性塩基の値が小さく、前記地域とは対照的に、海塩の影響はかなり少ないと考えられた。

4.2.2. 置換性塩基

土壤中の塩基から水溶性塩基を除去した後のいわゆる置換性塩基についてみると、12.74~0.69 me/100 g soil の値であり、各々の地点でかなりの差を生じた。まず地点 10, 12, 13, 14, 15 の 5 地点で、2.32~12.74 me/100 g soil と高い値を示し、ついで地点 1, 2, 5, 7 では 1.56~1.76 me/100 g soil であったが、その他の地点ではいずれも、低い値を示していた。とくに高い値を示していた地点は、いずれも塩基置換容量の最も高い地域と一致しており興味深い。また同時にこれらの地点は、海塩の影響を大きく受けていた地域にも含まれていた (図 3)。

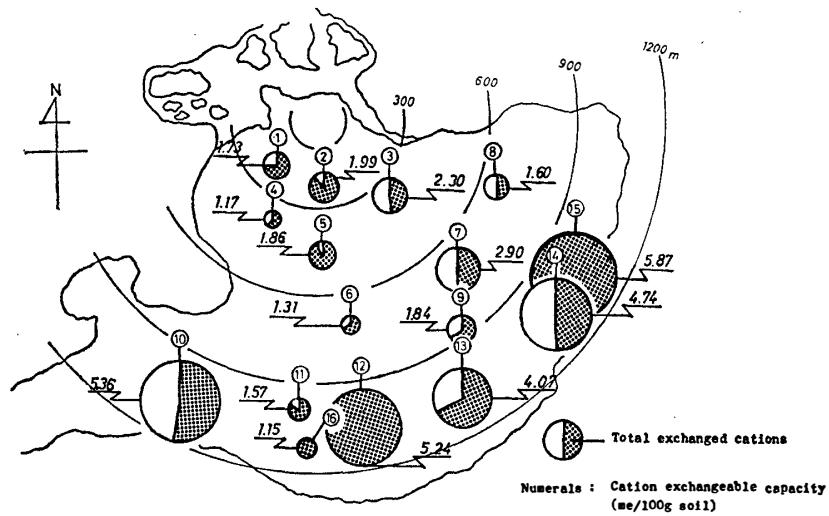


図3 塩基置換容量と全置換性塩基の関係

Fig. 3. Cation exchangeable capacity (diameter of circle), total exchanged cations (shaded part of circle) and remaining cation exchangeable capacity (white part of circle).

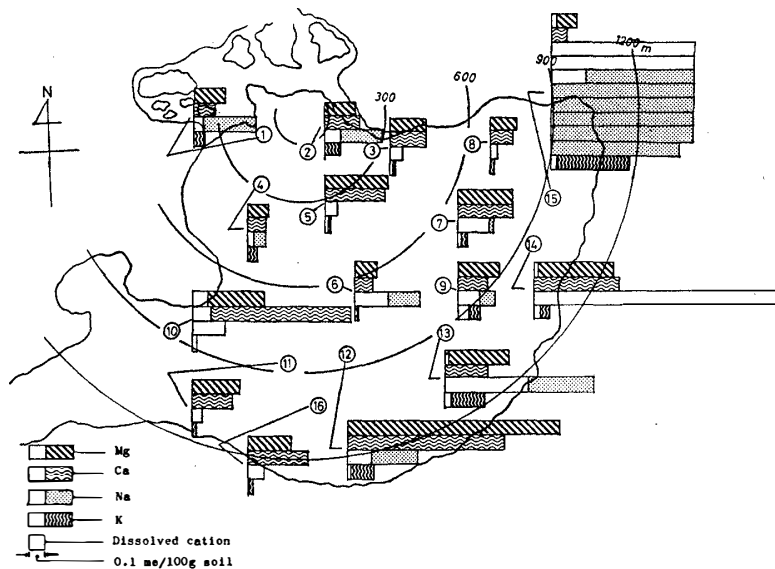


図4 置換性塩基および水溶性塩基の各成分分量

Fig. 4. Concentration of exchanged cation and dissolved cation. Dissolved fraction of each cation is shown by white part.

置換性塩基および水溶性塩基の各成分量を図4に示した。

これによれば、ナトリウムについては前記のとおりであるが、他の成分についてみると、マグネシウムは平均 0.70 me/100 g soil, カルシウムは 0.71 me/100 g soil, カリウムは 0.18 me/100 g soil が含まれていたが、マグネシウムについては地点 5, 7, 10, 12, 13, 14 で 0.70 me/100 g soil 以上の値を示し、カルシウムは地点 5, 7, 10, 12, 14, 16 で 0.71 me/100 g soil 以

上の値を示した。また、カリウムは地点 2, 6, 12, 13, 15 で平均値の 0.18 me/100 g soil 以上を示していた。

4.3. 塩基飽和度

水溶性塩基を除外した後、求めた置換性塩基の値を用いて塩基飽和度を算出した。これによれば、43%~217%であり、100%をこえた地点は地点 12, 15, 16 の 3 地点であった。作物の生育に最も適した塩基飽和度の値は、50~70% であるとされているが、東オングル島の調査地点のうち、その範囲にあったのは東中央部の地点 7, 9, 13, 西南端部の地点 10 および北部の地点 4 と 5 地点であり、島の東中央部の 3 地点を除いては散在していた。また島の中央部を南北にはほぼ直線的にある地点 1, 2, 5, 6, 12, 11, 16 の 7 地点は、飽和度 83~128% と高い値が集中していた。

5. ま と め

以上の結果を図 5 にまとめてみた。

塩基置換容量、置換性塩基、水溶性塩基および塩基飽和度の結果から、東オングル島をみると、島の中央部を南北にかけて塩基飽和度のきわめて高い地点の集中していた地域があっ

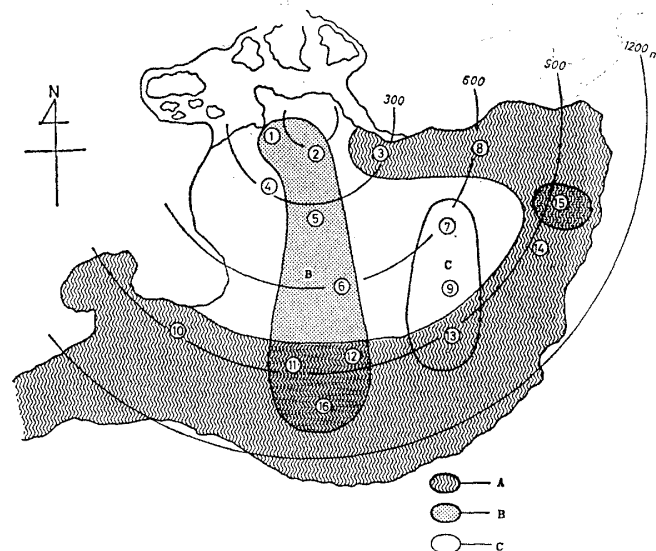


図 5 東オングル島の土壤環境図

A: 高濃度水溶性塩基含有地域, B: 高濃度塩基飽和度保有地域, C: 作物生育可能地域
 Fig. 5. Areas classified according to amount and quality of cations involved in soil.

A: Area containing much dissolved cations. B: Area of high degree of base saturation.
 C: Area of adequate degree of base saturation for plant growth.

た。これを境として島の東部地域は数値はきわめて低く貧弱であるが、一般的にいて作物の生育条件に適した土壤の理化学的条件を備えているといえる。しかし水溶性塩基の結果が示すように、地点 13~15 を含む東端部を中心とした島の北東部から西南部にかけての地域では、海塩の影響が強く、作物の生育の阻害要因となる可能性が大である。したがって、一般的な意味での作物生育に適した地域は、東オングル島東中央部の狭い地域に限定されるが、実際のコケ群落の分布域とは一致しない。コケ群落等との関係については今後さらに試料を収集し、検討を加える必要がある。

文 献

- 秋山 優 (1968): 南極オングル島土壤藻類目録. 南極資料, **32**, 71-77.
福島 博 (1968): オングル島のコケの小観察. 南極資料, **31**, 66-72.
唐沢 栄・遠藤陽子・平野耕一郎 (1976): 南極における浮遊粒子状物質の測定. 南極資料, **55**, 99-107.
唐沢 栄・遠藤陽子 (1976): 東オングル島土壤の粒土組成 (未発表資料).
小林圭介 (1974): プリンズ・オラフ沿岸地域における植生 (予報). 南極資料, **51**, 18-28.
松田達郎 (1964): 南極東オングル島におけるセン類群落の微気象について. 南極資料, **21**, 12-24.
篠崎光夫・西山信一 (1972): 茅ヶ崎市畑土壤の理化学性に関する調査—美濃早生大根の異常生育に関連して—. 土壤肥料試験研究成績, 神奈川県農業総合研究所, **4**, 11-21.
篠崎光夫・前野道雄 (1972): 福羽イチゴの苗の無機養分及び育苗圃土壤の理化学性に関する分析調査. 土壤肥料試験研究成績, 神奈川県農業総合研究所, **4**, 29-52.