

11th International Conference on Defects and Radiation Effects in Semiconductors" Ed. R. R. Hashiguti (Institute of Physics, London, 1982) pp. 95-109.

"Melting of Silicon Crystals and a Possible Origin of Swirl Defects". J. Chikawa and S. Shirai, *J. Crystal Growth* 39, 328 (1977).

"Impurity Effect on Formation of Microdefects during Silicon Crystal Growth" (Invited paper). J. Chikawa, T. Abe, and H. Harada, *Semiconductor Silicon 1986*, Eds. H. Huff, T. Abe, and B. Kolbesen (The Electrochemical Society Inc., Pennington, N. J., 1986) pp. 61-75.

"Video Display of X-Ray Topographic Images for In-Process Inspection of Semiconductor Devices". J. Chikawa, in "Real-Time Radiologic Imaging: Medical and Industrial Applications" Eds. D. A. Garrett and D. A. Bracher (ASTM Special Technical Publication 716, Philadelphia, 1980) pp. 209-237.

"Laboratory Techniques for Transmission X-Ray Topography". J. Chikawa, in "The Characterization of Crystal Growth Defects by X-Ray Methods" Eds. B. K. Tanner and D. K. Bowen (Plenum Press, New York, 1980) pp. 368-400.

"High-Resolution Video Camera Tube for Live X-Ray Topography Using Synchrotron Radiation". J. Chikawa, F. Sato, T. Kawamura, T. Kuriyama, T. Yamashita and N. Goto, in "X-Ray Instrumentation for the Photon Factory" Eds. S. Hosoya, Y. Itaka, and H. Hashizume (KTK Scientific Publishers, Tokyo, 1986) pp. 145-157.

"X-Ray-Sensitive TV Cameras". J. Chikawa, in "International Tables for Crystallography" Vol. C, Ed. A. J. C. Wilson, International Union of Crystallography (Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 1992) pp. 552-554.

"Live X-Ray Topography and Crystal Growth of Silicon". J. Chikawa, *Jpn. J. Appl. Phys.* 38 (1999) pp. 4619-4631.

他 七一編 (英文五五：和文一六)

## 農学博士和田光史氏の「火山灰土壌の粘土鉱物の解析とその農業生産性に関する研究」に対する授賞審査要旨

### (一) はじめに

火山国と言われる我国においては、火山噴出物に由来するいわゆる火山灰土壌が極めて広く分布しており、その面積は水田の二二%、畑の五〇%、果樹園の二二%、さらに牧草地の大部分を占めている。

しかし火山灰土壌は他の岩石に由来する土壌とは異なつた独特の理化学的性質を有することから農業生産性が低く、しかもその改良、肥料や農薬の施用管理等の技術的場面においても、多くの問題を抱えている。そのため我国では、土壌学者の多くがこの特異的な火山灰土壌の研究に古くから従事し、和田氏も九州を中心として、この問題の研究に取り組んだのである。

### (二) 研究の概要

一般に土壌の生産性に最も関連が深いのは、土壌の微粒子、すなわち粘土分の性質である。その主体をなすものはモンモリロナイト

(MONTMORILLONITE) 及びカオリナイト (KAOLINITE) であつて、どちらも層状の分子構造を持ったところの、いわゆる粘土鉱物であることが、早くから明らかにされていた。一方我国で、火山灰土壌の粘土分の調査が行われた結果、結晶性を示さない二種類の粘土鉱物が発見され、それぞれアロフェン (ALLOPHANE)、及びイモゴライト (IMOGOLITE) と命名された。しかし、それらは明瞭なX線回折を示さないため、実態が明らかにされないままに非結晶粘土鉱物と呼ばれていた。

和田氏は以上のような状況のなかで火山灰よりは大粒の火山噴出物である浮石の風化物から、イモゴライトとアロフェンを純粹な形で分離、精製することに初めて成功し火山灰土壌研究發展のための途を大きく拓くことになったのである。以下に和田氏の主要な研究成果を項目別に略述する。

(i) 火山灰土壌の準結晶質粘土鉱物の構造と特徴

和田氏は、高分解能電子顕微鏡をはじめとする結晶学的研究手段と化学分析の手法をイモゴライトとアロフェンに適用することにより、両鉱物がそれまでに考えられていたような非晶質ではなく、それぞれが内部の原子配列に規則性を有し、イモゴライトが管状、アロフェンが中空球状の構造単位よりなるナノメーター級の準晶質鉱物であることを実証した。そして同氏はイモゴライトの管状構造單

位が規則的な原子配列を示す結晶であるにもかかわらず、平行的に排列集合して繊維を構成する構造単位の配列に乱れがあるため、この鉱物が準晶質の電子回折を示すこと、また $AlO_4$ 八面体シートが彎曲して管状構造の骨格を形成し、その内側に $SO_4$ 、 $OH$ 四面体がオルト硅酸基と結合していることを証明した。一方アロフェンについて同氏は、その密度がイモゴライトのそれと同様な高い値を示すことから構造単位内の原子配列に規則性のあることを確認し、さらに $Si_2Al$ の配位状態の知見から構造単位球壁の構成を明らかにした。

(ii) 火山灰土壌の表面電荷特性とイオン交換・吸着現象

土壌のイオン交換・吸着反応は土壌と高等植物、土壤微生物、水系との間でイオンの形で行われるところの物質の移動であり、これらの反応は農業生産の場面で植物養分の保持、供給に大きな役割を果たしている。和田氏は火山灰土壌を陽・陰イオンで飽和させた後、それを異なる $pH$ 、イオン濃度の溶液と平衡させて陽・陰イオン交換容量を測定する方法を開発するとともに、この新しい手法を用い、イモゴライト、アロフェンは他の結晶性粘土鉱物と異なり、表面に特徴的な正負電荷が発現し、溶液の $pH$ 、イオン濃度によって発現する電荷が変異することを具体的に示した。

かくして、湿润気候下の火山灰土壌が変異電荷土壌であることのために、洗脱で生じる土壌内溶液の $pH$ 及びイオン濃度の低下によ

って交換性陽・陰イオンが消失し、この事実こそが火山灰土壤における植物養分保持能力の低さ、そしてその低位生産性の根本的要因となつてゐることを明らかにしたのである。

(iii) 火山灰地農業におけるリン酸固定と施肥ならびに土壤改良の指針

肥料として土壤に施したリン酸が、作物に利用され難い形態に変化することはリン酸固定と呼ばれ、この現象は湿潤気候下の火山灰土壤で著しく、その低位生産性の一因となつてゐた。和田氏はこのような火山灰土壤とリン酸イオンとの反応を調べた結果、イモゴライト、アロフェン、AI腐植を構成する $\text{Al}$ 原子が $[\text{H}_2\text{PO}_4^-]$ を配位子として結合することによつて、リン酸イオンの特異吸着を惹起し、しかも低 $\text{pH}$ 、低リン酸イオン濃度ではイモゴライト、アロフェンが反応主体となり、高 $\text{pH}$ 、高リン酸イオン濃度では $\text{Al}$ 腐植が反応主体となることを明らかにした。また、火山灰土壤と濃厚リン酸アンモニウム溶液との反応においては、酸性溶液では特異吸着に続いてイモゴライト、アロフェンの構造が速やかに崩壊し、溶出した $\text{Al}$ とリン酸イオンが反応して新たに難溶性のリン酸アルミニウム鉱物を生成すること、中性溶液ではリン酸アンモニウムがイモゴライト、アロフェン、ハロイサイトの表面を被覆して吸着複合体を形成することを発見した。

以上に得られた基礎的知見に基づいて、和田氏は洗脱条件下の火山灰土壤では、その変異電荷特性を考慮した肥料の分施、緩効性被覆肥料の使用が、リン酸固定の抑制にはリン酸肥料の粒状化、条施、及び熔性リン肥の使用が合理的であることを提示した。

(三) 火山灰農業に関わる国際的貢献

火山灰土壤に関わる和田氏の以上の研究成果は、この種の土壤が広く分布している各国の注目するところとなり、同氏はニュージーランド、ハワイ、オレゴン、チリ、エクアドル、アイスランド等の研究者と共同研究を進めて多大の成果を収め、これらの地域における農業に大きく貢献した。

その結果、火山灰土壤の国際的分類を確立する動きが世界的に高まり、和田氏が新たに提案したところのアンディソル(暗土)(ANDISOL目)が採択されることになった。

(四) まとめ

以上述べたように、和田氏は火山灰土壤の主要粘土鉱物であるアロフェン、イモゴライトの理化学的解析とそれに立脚した火山灰土壤の農業生産性向上に関する研究において独創的、先駆的な成果を収め、火山灰土壤学の基盤構築と農業生産力の増強に大きく貢献した。

これらの成果によって和田氏は、一九六一年日本土壤肥料学会賞、一九八一年日本農学賞、一九九二年カナダ土壤学会訪問科学者賞、一九九七年米国粘土鉱物学会粘土科学パイオニア賞を受賞し、さらに一九九八年国際土壤科学会の名誉会員に選出されている。

### 主要な文献目録

#### (一) アロフェン及びイモゴリナイトの特徴と構造

1. K. Wada: A structural scheme of soil allophane. *American Mineralogist*, 52, 690-708 (1967).
2. K. Wada and N. Yoshinaga: The structure of imogolite. *American Mineralogist*, 54, 50-71 (1969).
3. K. Wada and T. Henni: Characterization of micropores of imogolite by measuring retention of quaternary ammonium chlorides and water. *Clay Science*, 4, 127-136 (1972).
4. K. Wada and T. Henni: Surface acidity of imogolite and allophane. *Clay Minerals*, 10, 231-245 (1974).
5. Van der Gaast, S. J., K. Wada, S.-I. Wada, and Y. Kakuto: Small-angle X-ray powder diffraction, morphology, and structure of allophane and imogolite. *Clays and Clay Minerals*, 33, 237-243 (1985).
6. K. Wada: Amorphous clay minerals-Chemical composition, crystalline state, synthesis, and surface properties. *International Clay Conference*, 1981, 385-395 (1982).
7. K. Wada and M. E. Harward: Amorphous clay constituents of soils. *Advances in Agronomy*, 26, 211-260 (1974).
8. K. Wada: Clay minerals, noncrystalline and paracrystalline. In C. W. Fink Jr. (ed.) *The Encyclopedia of Soil Science and Technology*. (In press).

Van Nostrand Reinhold (1993).

#### 他：四編

- (一) 低結晶質粘土鉱物の荷電特性と陽イオン交換
  1. K. Wada and Y. Harada: Effects of temperature on the measured cation-exchange capacities of Ando soils. *Journal of Soil Science*, 22, 109-117 (1971).
  2. K. Wada and Y. Okamura: Electric charge characteristics of Ando A1 and buried A1 horizon soils. *Journal of Soil Science*, 31, 307-314 (1980).
  3. K. Wada and Y. Okamura: Net charge characteristics of Dystrandep B and theoretical prediction. *Soil Science Society of America Journal*, 47, 902-905 (1983).
  4. Y. Okamura and K. Wada: Ammonium-calcium exchange equilibria in soils and weathered punices that differ in cation-exchange materials. *Journal of Soil Science*, 35, 387-396 (1984).
  5. N. Matsue and K. Wada: A new equilibration method for cation-exchange capacity measurement. *Soil Science Society of America Journal*, 49, 574-578 (1985).
  6. K. Wada and Y. Okamura: Measurements of exchange capacities and hydrolysis as means of characterizing cation and anion retentions by soils. *Proceedings of the International Seminar on Soil Environment and Fertility Management in Intensive Agriculture*, 811-815 (1977).
  7. 和田光太郎、安部浩男、アロフェンイオンの置換吸着反応。粘土科学の進歩、2, 394-403 (1960).
  8. 和田光太郎、粘土の陰イオン交換容量測定。粘土科学、21, 160-163 (1981).
- 他：〇編
- (三) 低結晶質粘土鉱物イオンの特異吸着
  1. K. Wada: Reaction of phosphate with allophane and halloysite. *Soil*

- Science, 87, 325-330 (1959).
2. K. Wada and A. Abd-Elfattah: Characterization of zinc adsorption sites in two mineral soils. *Soil Science Plant Nutrition*, 24, 417-426 (1978).
  3. K. Wada and N. Gunjigake: Active aluminum and iron and phosphate adsorption in Ando soils. *Soil Science*, 128, 331-336 (1979).
  4. N. Gunjigake and K. Wada: Effects of phosphorus concentration and pH on phosphate retention by active aluminum and iron of Ando soils. *Soil Science*, 132, 347-352 (1981).
  5. K. Wada, Li Xue-yuan and P. W. Moody: Chemistry of adverse upland soils. In *Phosphorus Requirements for Sustainable Agriculture in Asia and Oceania*, pp. 243-253. International Rice Research Institute (1990).
- 他五編
- (四) 低結晶質粘土鉱物及びロドキシムルニオン、鉄イオンと腐植との相互作用
1. 和田光史 火山灰土における有機物の集積過程とC-14年齢、*ペトロロジスト*, 11, 46-58 (1967).
  2. T. Higashi and K. Wada: Size fractionation, dissolution analysis, and infrared spectroscopy of humus complexes in Ando soils. *Journal of Soil Science*, 28, 653-663 (1977).
  3. K. Wada: Role of aluminum and iron in accumulation of organic matter in soils with variable charge. In P. M. Hiang (ed.) *Impact of Inorganic, Organic, and Microbiological Soil Components on Environmental Quality*. (In Press). Lewis Publishers (1993).
  4. 和田光史 粘土・有機複合体に関する展望、*粘土科学*, 6, 59-65 (1967).
  5. 和田光史 土壌、とくに火山灰土壌における腐植の集積に果たす粘土の役割、*粘土科学*, 10, 21-28 (1970).
- 他九編
- (五) 低結晶質粘土鉱物の合成
1. S.-I. Wada, A. Eto and K. Wada: Synthetic allophane and imogolite. *Journal of Soil Science*, 30, 347-355 (1979).
  2. K. Wada, M. A. Wilson, Y. Kakuto and S.-I. Wada: Synthesis and characterization of a hollow spherical form of monolayer aluminosilicate. *Clays and Clay Minerals*, 36, 11-18 (1988).
- 他五編
- (六) 低結晶質粘土鉱物の分布と生成
1. S. Aomine and K. Wada: Differential weathering of volcanic ash and pumice resulting in formation of hydrated halloysite. *American Mineralogist*, 47, 1024-1048 (1962).
  2. D. J. Greenland, K. Wada and A. Hamblin: Imogolite in a volcanic ash soil from Papua. *Australian Journal of Science*, 32, 56-57 (1969).
  3. K. Wada and Y. Tokashiki: Selective dissolution and difference infrared spectroscopy in quantitative mineralogical analysis of volcanic-ash soil clays. *Geoderma*, 7, 199-213 (1972).
  4. Y. Tokashiki and K. Wada: Weathering implications of the mineralogy of clay fractions of two Ando soils. *Kyushu Geoderma*, 14, 47-62 (1975).
  5. K. Wada and T. Kawano: Use of Jeffries acid oxalate treatment in particle-size analyses of Ando soils. *Geoderma*, 20, 215-224 (1978).
  6. K. Wada, H. Yamauchi, Y. Kakuto, and S.-I. Wada: Embryonic halloysites in a paddy soil derived from volcanic ash. *Clay Science*, 6, 177-186 (1985).
  7. K. Wada, Y. Kakuto, and H. Ikawa: Clay minerals of two Eutrandspts of Hawaii, having Isohythermic temperature and usic moisture regimes. *Soil Science Society of America Journal*, 54, 1173-1178 (1990).
  8. K. Wada: Characterization and determination of "amorphous" clay constituents in volcanic ash soils. II Panel Sobre Suelos Volcanicos de America. Serie "Informes de Conferencias, Cursos y Reuniones" No. 82, 295-307. Universidad de Marino, IICA and OED (1972).

9. K. Wada: Mineralogical characteristics of Andisols. In B. K. G. Theng (ed.) Soils with Variable Charge. Chapter 6, pp. 87-107. New Zealand Society of Soil Science (1981).
  10. K. Wada: The distinctive properties of Androsols. In B. A. Stewart (ed.) Advances in Soil Science, Volume 2, pp. 173-229. Springer-Verlag New York, Inc. (1985).
  11. 和田光史 黒ボク土の活性アルミニウムと非晶質—準晶質粘土鉱、粘土科学、17, 143-151 (1977).
  12. 和田光史 熱帯及び乾燥地域の火山灰に由来する土壌の特徴と分類、ペドロジスト、31, 50-64 (1987).
  13. K. Wada (ed.): Ando Soils in Japan. 276p. Kyushu University Press (1986).
- (七) その他参考文献 三八編

Ph.D. 谷口維紹氏の「インターフェロンを中心としたサイトカインの研究」に対する授賞審査要旨

生体防御における細胞間情報伝達物質として最も注目されているのが「サイトカイン」と総称される液性の生理活性タンパク質である。通常、サイトカインの生産量は極めて微量であること、そして一つの細胞が同時に複数のサイトカインを生産することなどから、かつてはその研究は困難を極め単一分子としての機能解析には程遠い状態であった。したがって一九七〇年代当時のサイトカイン研究の最重要課題はサイトカイン分子の実体を解明し、単一分子としてのサイトカインの機能を明らかにすることであった。事実サイトカイン研究はその後分子レベルの研究法の導入により飛躍的な進歩を遂げてきたが、これこそが谷口氏が国際的に先鞭をつけてきた研究といえる。

すなわち氏は独自の方法を用いて、サイトカインとして初めてヒト・β型インターフェロン (IFN-β) の遺伝子の単離に成功し、その全構造を明らかにするとともに、組み替え型IFN-β生産の基礎を確立した。これは国内で単離されたヒト遺伝子としても初めての例