



Das Wandern——土壤学徒の  
海外修業体験記

有機物は土壤の不可欠な構成成分であり、植物養分や水、空気の供給源および保持体として重要な役割を果たしている。しかし有機物の土壤中へのたまり方は土壤ごとにさまざまであり、土壤有機物の集積状態は土壤の分類に当って最も重要な指標とさえなっている。たとえば、ソ連、ヨーロッパ、北米、南米に広く分布するチェルノーゼム（黒色土）は約1mもの厚さの有機物集積層を持ち、放射炭素法で測定したその有機物の年代は、しばしば数千年にも及ぶ。日本の火山灰土も、生成的には異なるが、類似した土壤断面を呈し、非常に古い年代の腐植が集積している。他方、熱帯や亜熱帯に分布する赤色土や日本の赤黄色土は、数千年もの間森林植生下であっても土壤中への有機物の蓄積はわずかなものである。また氷河が残した砂質堆積物上の森林によく発達するポドソルは、厚い落葉層、腐植層の下に、漂白された溶脱層、暗褐色の腐植集積層、赤褐色の鉄集積層が続き、その断面はまるで芸術作品のようである。

このような土壤有機物の集積状態の違いは何によってもたらされたものであろうか。またどうしてある土壤では数千年もの間有機物が安定に蓄積するのに、他の土壤では有機物が蓄積しないのか。これには気候、水分状態、土壤生成の出発物質となる母材の組成等、さまざまな要因が関与することが知られているが、いずれの土壤の生成論も、詳細な点にたち入れば、まだ仮説にとどまっている点が多い。

私は1974年に名古屋大学農学部土壤学講座に卒論学生として入門して以来、土壤有機物の研究に携わることとなった。土壤有機物のなかでも土壤に固有の有機物としての性質が顕著な腐植酸を試料とし、それらのさまざまな化学的性質、たとえば元素組成、官能基組成、酸ア

ルカリ加水分解生成物、分子量分布、各種の吸収スペクトル等が、それぞれの腐植酸の腐植化度や、それらが由来する土壤の性質とどのような関係を持つかを調べた。腐植化度とは、土壤中の有機物が酸化や縮重合、無機物や粘土表面との反応を経て次第に安定になっていく度合を示すもので、腐植酸の場合は仮りに一定濃度腐植酸溶液の可視部吸収の強さがその尺度として用いられている。一見無秩序無統制と思われる土壤中での有機物の変化が、腐植化の進行という概念の下に照らすと、かなり整然としたものであることにおのずから驚いた。この研究が塚塚昭三教授の御指導の下に私の博士論文となった。

名古屋大学での腐植酸研究に一応の区切りをつけた後、国内の就職難もあって、私は海外での研究修業に出ることとなった。私をまず受け入れてくれたのは、フィリピン国際稲研究所 (IRRI) の F. N. Ponnampereuma 博士である。氏は水田土壤の化学では世界的業績をあげておられる。私は氏の下で水田土壤に施用した有機物の分解過程を研究した。この研究では、同じ種類の有機物（稲わら、堆肥、緑肥等）を与えても、土壤の性質（pH や鉄、易分解性有機物、粘土等の含量）や温度が異なれば、分解生成物の集積量や消失の速度に大きな差異が生じることがわかった。ここで私は2年半を過ごしたが、熱帯農業のための研究をしながら、実験室に閉じ込めり熱帯農業の実際を知ることの少なかつた自分を反省している。

国際稲研究所 (IRRI) で私は Hamburg 大学の Hans W. Scharpenseel 教授の知遇を得た。教授は氏の指導生を IRRI に派遣しておられ、その研究指導および研究所理事会出席のため、毎年 IRRI を訪問された。また1982年9月 IRRI で「有機物と稲作」という国際会議が行われ、そこで発表を行った私は教授の関心を得ることができた。次の留学先を探していた私は、Scharpenseel 教授、Ponnampereuma 博士、塚塚教授の強力な御推薦をいただき、西ドイツ Alexander von Humboldt 財団の外国人科学者招へい制度に応募し、幸運にも採用していただくことができた。

ドイツで行った研究はチェルノーゼム（黒色土）における有機物集積機構を探ろうとするものであった。先にも述べたように、チェルノーゼムの腐植は数千年の放射炭素年代を示す。ところが土壤の有機物が一定の半減期

を持って指数関数的に減少するとすれば、たとえその半減期をかなり長期の100年と見込んでも、今年土壌中に加わった有機物は1000年後には約1/1000の量に減少している。また無限年数が経過し有機物集積が定常状態に達した後、集積した有機物全部をひっくり返して放射炭素年代を測定したとしても、その年代は149年にしかない。したがって数千年の年代を持つ有機物が土壌中に多量に蓄積するためには、何らかの機構によって有機物が分解から保護されていると考えなくてはならない。

土壌中の有機物は単に分解のみを受けるのではなく、微生物の働きや無機金属イオン、粘土鉱物表面との反応によって重縮合し安定な分子を形成することが、従来からの仮説として存在し、また実証されてきた。Hamburg大学での研究では、粘土鉱物との反応および結合が有機物安定化の最も重要な要因であろうとみなし、その証明を試みた。ある試算例(Hunt, 1962)によれば、地球上に堆積した有機物( $3.8 \times 10^{15}$  t)の95%は粘土および泥岩中に存在し、ちなみに石炭はその0.16%、石油はさらに0.005%にすぎない。このことも粘土による有機物安定化説を強く示唆している。

実際に行った実験は、チェルノーゼム土壌を粒径によって細粘土、中粘土、粗粘土、シルト、砂画分等に分画し、各画分の有機物含量と放射炭素年代を測定することである。放射炭素年代の測定には多量の試料(炭素として5g)を必要とするため大変な実験であった。

結果としては、粘土画分が土壌有機物の約9割を含み、年代の最も古いのは中粘土画分であり、細粘土画分はこれよりも若い有機物を含み、また中粘土画分よりも粒径が大きくなるに伴い年代は若くなった。従来からも中粘土画分が最も有機物を集積しやすいという報告があり、私が出した結果もこれと符合するものであった。しかし得られたそれぞれの画分中の有機物が100%粘土に吸着しているわけではなく、とくに細粘土画分として分画されたものなかには、粘土に吸着していない遊離の有機物もかなり含まれているだろう。これらを分別して真

の有機物粘土結合体の年代を測定すれば、細粘土画分の有機物の年代が最も古いという結果が得られたかもしれない。土壌中で新たに生成した粘土鉱物がただちに有機物と結合するとすれば、細かい粒子ほど古い有機物を保存していることになり、上述のような予測のほうがこの仮説にかなっている。今後検討してみたいと考えている点である。

Hamburgでも滞在1年間のほとんどは実験室内での仕事に明け暮れた。しかし多少なりともドイツ中北部の土壌を見学する機会もあり有意義であった。約7年間の日本での研究と約4年間にわたる海外での研究修業でようやく自分のすべきことが明らかになってきたような気がする。

Scharpenseel教授は哲学者としての気魄を持っておられた。考え方は演繹的であり、自分の考え方に対して頑固で、学生たちにいわせれば「恐ろしく保守的」であった。教授は最近の若い研究者はあまり仕事をしないと嘆いておられた。確かにドイツは実験技術補佐員が豊富で勤勉かつ優秀なので、若い研究者がデスクワークのみで論文を書く傾向があることも事実である。日本からのポスドクやフェローたちはたいてい自ら汗と泥にまみれて仕事をしている。とはいってもドイツの学生たちの優秀さもまた否定できない。セミナーに参加したことがある、多くの学生が土壌学は副学科として選んでいるにもかかわらず、教授から与えられたテーマについて実に詳細できっちりとしたレポートをする。教授はそのなかでもまたとくに優秀な学生に声をかけて博士論文のテーマを与える。

Schubertの歌曲「美しき水車小屋の娘」が若かりし私の胸を打ったところがあった。その歌曲の冒頭にあるのが、「Das Wandern」である。ドイツ中世の職人は諸國を放浪して胸を磨いた。この歌はその放浪をたたえている。私も今この歌を思い出すと感慨深いものがある。

(名古屋大学農学部 筒木 潔)