



農業土木技術者のための土壌の知識とその応用 (その1)

— 農業土木と土壌 —

多田 敦* 近藤鳴雄** 河野英一*** 駒村正治****

I. 講座のねらい

農業土木事業および農業土木が関連する事業の分野はますます広いものとなってきているが、いずれもその主目的とするところは農業生産の維持と発展に寄与することである。

農業生産はその地域の自然的条件と密接な関連をもつことで特徴づけられる。したがって、農業生産の維持と発展をめざす農業土木事業の計画とその実施にあたっては、まず、その対象地域の自然的条件に留意し、その特徴を的確に把握することが必要となる。

土壌は、農業生産の場である土地の重要な構成要素であり、農業生産の手段となり、生産労働の対象となるものであるから、農業土木事業の計画に十分に留意すべき重要な自然的条件である。それゆえ、農業土木事業を計画、実施する農業土木技術者にとって必要なことは、事業計画のために有意義な土壌に関する情報を得ること、その正確な解釈および活用の仕方について知ることである。これを可能にするためには、まず、土壌についての正しい概念をもっていることが必須である。なぜなら、それをもっていることは、計画に必要な土壌に関する情報を正しく集める上に有利であるとともに、その解釈や活用において誤りを冒すことがなく、常に適正となることを期待できるからである。

II. 土壌の概念

土壌とは何か。地学や土質力学で学んだ土壌の概念とどのような相違があるのであろうか。

現在広く認められている基本的な土壌の概念は、ドクチャーエフによって提唱された独立した自然体という土壌の見方に立つものである。ドクチャーエフによれば、地球表面に分布する土壌は、いろいろな土壌生成因子、すなわち気候、植生、母材、地形、年代などの総合的な交互作用によって生成された自然体 (natural body) である。自然体としての土壌は、他の自然体である岩石、

鉱物、植物などとはまったく異なった独自の形態、すなわち土壌断面形態をもっている。土壌断面形態とは、地表面に垂直な通常深さ1 m程度の穴を掘ってつくる土壌の壁面で観察することができるものであるが、それは土性、色、構造、ち密度などを異にするいくつかの層位で構成されているものである。この土壌断面に見られる層位の分化発達は、土壌生成因子の作用のもとで進行する土壌生成過程による。このように土壌のもつ特性は土壌生成因子と密接な関係をもっている。

自然体としての土壌の特性の中でもとくに重要なものは高等植物を育てる土壌の能力、すなわち肥よく度である。肥よく度は他の土壌の特性と同じように、土壌生成因子の作用で土壌生成過程が進むにつれて発生し、発達するものである。したがって肥よく度は、土壌を生成する環境条件である気候、母材、地形などと密接な関係をもっている。なお、肥よく度を構成する土壌の性質には、化学的性質ばかりでなく物理的性質や生物的性質も含まれる。肥よく度という重要な特性をもち、一定の土壌断面形態を有する土壌は、図-1, 2 に示すように一定の地理的な広がりや分布高低や起伏をもつもので、それは土壌体 (soil body) という呼び名にふさわしく時間・空間の四次元体制を有している。

土壌とは、上述のような概念をもつものであるから、発達した土壌断面形態をもたず、肥よく度をほとんどもたないか、あるいはそれがきわめて低い段階に留まっている岩石の風化砕せつ物、風化の進んだ火山灰や砂、粘土などの滞積物は土壌ではなく、土壌の材料、すなわち母材という。そして、未風化の固結している岩石や非固結でも風化されていない新鮮な火山灰などは、母材のもとになる母岩という。母岩と母材が同一の土壌断面内に見られる場合には、図-3の土壌断面図のように、土壌層 (A, B層) の下位に母材の層 (C層) がきて、最下位に母岩 (R層) が現われる。ここで、A層とは気候、植物、耕作などの影響を直接受けている層位で表層土ともいわれ、一般に腐植により暗色となっている。また、A層は物質の溶洗脱のもっともすすんだ層位で溶脱層にあたる。B層とはA層の下位にあって下層土にあたることが多く、腐植をほとんど含まないので、その土壌物質

* 農林水産省農業土木試験場 (ただ あつし)

** 静岡県農業試験場 (こんどう なるお)

*** 日本大学農獣医学部 (こうの えいいち)

**** 東京農業大学農学部 (こまむら まさはる)

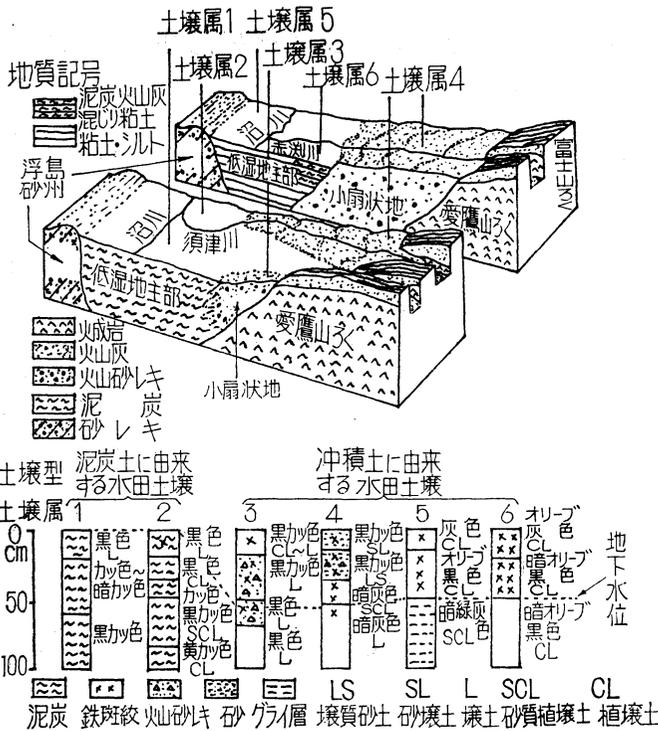


図-1 富士市浮島ヶ原低湿地における母材、地形および土壌の相互関係を示すブロックダイアグラムと土壌断面柱状図。図は母材により異なる土壌断面形態をもつ水田土壌型が生成され、さらに土壌型を母材とその滞積様式により土壌属（土壌型よりも低次の分類単位）に細分することができることを示している。

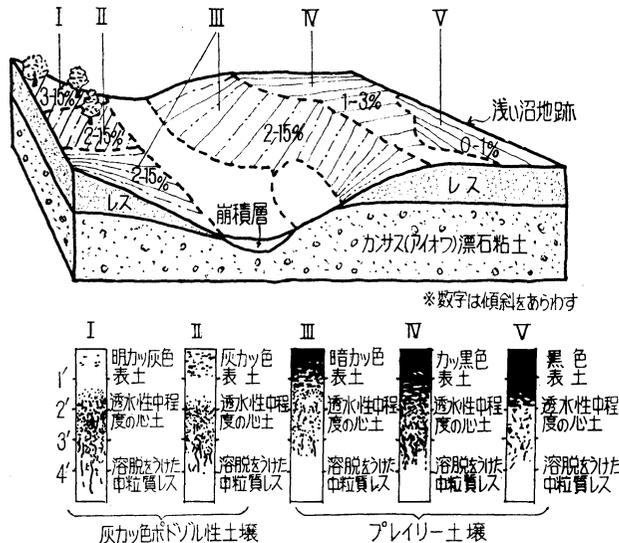


図-2 アイオワ州における高地の植生、母材、地形および土壌の相互関係を示すブロックダイアグラムと土壌断面柱状図。図は同一母材（レス）であっても、植生、地形により異なる土壌断面形態をもつ土壌型が生成されることを示している（Brady, N. C., The Nature and Properties of Soils, 1974 より）

の固有の色を示している。また、B層は一般に上下の層位よりも物理的、化学的に物質の集積が見られるため、集積層とよばれる。

上述の土壌観に対して、旧式な見解では岩石の風化して細くなったもの、ある程度腐朽した動植物の遺体が混っているものであるとした。そのため、土壌が母岩に相当する固結した岩石の風化したものからできているときには、母岩の岩種により花こう岩土壌、石灰岩土壌などと呼ばれた。また、河川の沖積物、段丘滞積物、泥炭、黄土（レス）および火山灰（ローム）などの非固結の滞積物の風化したものを母材とする土壌は、土性からみて砂土、壤土、植土など、また母材の種類により泥炭土、レス土、火山灰土などと呼ばれた。これらはその呼び名からもわかるように地質学的な土壌観に立つものであり、材料としての特徴を重視している名称である。

しかし、母岩の種類は同じであっても土壌生成条件が違えば、まったく別種の土壌が生成される。たとえば、母岩は同じケツ岩であっても、雨の多い寒帯の気候の針葉樹林下ではポドゾル性土壌が生成され、同じように雨は多いが温帯の気候の落葉広葉樹林下ではカッ色森林土が生成され、湿潤な亜熱帯気候の常緑闊葉樹林下では赤黄色土が生成される。また、同じ細粒質の沖積物の風化したものが母材であっても、地下水位が高く、排水不良な低湿地では、グライ土が生成され、地下水位が低く、排水良好な扇状地などでは、灰色ないしカッ色を呈する沖積土が生成される。それゆえ、母岩や母材の種類および土性による土壌の種類分けや命名の仕方では現在ある土壌を正確に表現しきれない。このような古い土壌の見解は、完全に消え去ったわけではなく、いまでもまだその影響が残っているのに注意する必要がある。

このほか、土壌と混同しやすいのが土壌物質である。よく現地から土壌の性質を測定するために採ってきたものを土壌といっていることがあるが、それは土壌の構成物質および土壌の材料であり、土壌物質とい

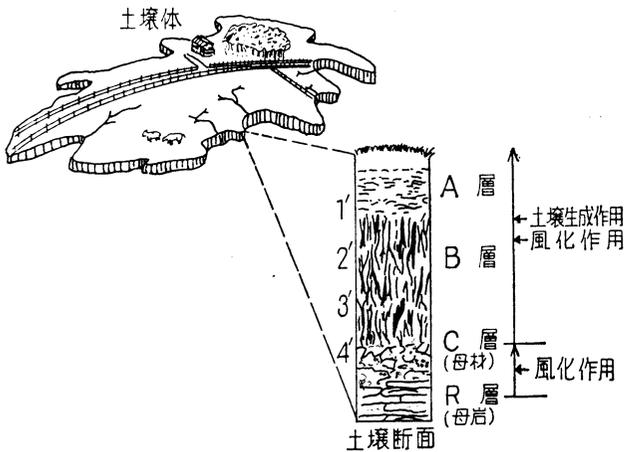


図-3 草地における土壌の層位と断面および土壌体との関係
図は自然体としての土壌（土壌体）が母材（C層）を源として、有機物の集積、植物根の発達、水による物質の溶脱・集積などにより土壌層（A、B層）を形成することを示している（Buol, S. W. ら Soil Genesis and Classification 1973 より）

うべきものである。土壌は前述したように四次元的体制をもつものであるから、現地を離れて室内などに持込めるものではない。つまり、その場においてこそ土壌であるが、一度掘取ってしまったものはもはや土壌物質である。それゆえ、採土試料である土壌物質についての、室内における測定・分析の結果の解釈にあたっては、常に現地の土壌の実態に即して考察されなければならない。

以上が現代土壌学における土壌の概念の要点であるが、古い土壌学における土壌の概念としては、かつて科学的な土壌の概念として一世を風びしたものがある。それは、土壌を植物養分の貯蔵庫もしくは補給所とみて、土壌の肥よく度は植物養分の多寡によってきまると考えた農芸化学的土壌観に立つものである。その影響は現在では弱まっているが、まだどこか一隅にはわずかに残っているといった感がある。

III. 現代土壌学の有効性

土質工学における土壌の概念は、現代土壌学でいえば前述の地質学的土壌観に近いもので、建設用の土工材料として用いられる土壌は、ほぼ土壌物質に相当するものといえよう。

地質学的な土壌の概念に立脚した土壌研究は、母材の特徴のみが重視される水路、農道などの線や点工事に対してはある程度の役立つ情報を提供することができるであろう。しかし、直接に作物が生育する場であるホ場を造成し、整備する面工事の計画・施工に対しては、十分に役立つ情報を提供することはできない。なぜならば、

ホ場はそれが土木技術を駆使してできあがったものであっても、まず作物が健全に生育し、安定した高い収量が得られる土壌条件をもつものでなければならないからである。そのような土壌条件、すなわち高い肥よく度をもつ耕地土壌の状態にするためには、施工上いかなる考慮が払われなければならないかという設問に対して、地質学的な土壌の概念に立脚した土壌研究では有効な回答を出せないであろう。また施工後の土壌の変化の方向を予測する手段としても期待しにくい。

一方、農芸化学的な土壌の概念に立脚する土壌研究も、ただ植物養分の補給あるいは増施という一面的な肥よく度の維持、増強対策についての示唆を与えるのみであるから、物理性の改良などとも関連する農業土木の面工事の施工には十分役立つ情報を提供するものとはならない。

以上のことに対して、農業土木にとって役立つ土壌に関する情報は現代土壌学における土壌の概念に立脚する土壌研究によって得られるといえる。それは前述したように土壌と土壌生成因子との緊密な結びつきにおいて土壌の諸性質が統一的に把握されているからである。とくに肥よく度の概念がほとんどおろこまれていなかったり（地質学的土壌観）、肥よく度についてかたよった一面的な解釈がなされていて、よいホ場を造成することを目ざす土工手段に対して示唆するところがなかったり（古い農芸化学的土壌観）するものとは本質的に異なっている。

現代土壌学における土壌の概念に立脚する土壌研究は、肥培管理とか道路工とかいった一つの限定された利用目的に直接役立つことをねらった実用的な土壌研究ではなく、特定の利用目的にとられない客観的な理論研究によるものであるから、かえって農業土木の各分野に対して広く応用がきくこととなるのである。

IV. 講座のすすめ方

本講座においては、現代土壌学における土壌の概念に立脚した土壌研究に基づいて、農業土木技術者に必要な土壌に関する情報の解釈とその農業土木の分野に対する活用の仕方の要点を実例を挙げ、できるだけ具体的に解説する計画である。ただ、事例、図表は抽象化され、典型的な部分の強調となったり、細かい点は切り捨てるといことになるかもしれないが、この点は了解していただきたい。

執筆は、農業土木学を専門とする研究者、多田敦（農業土木試験場農地整備部）、駒村正治（東京農業大学）、河野英一（日本大学）と、日ごろ現地を通じて農業土木事業と関わっている土壌学を専門とする研究者、近藤鳴雄（静岡県農業試験場）、加藤芳朗（静岡大学）で、共同あるいは分担して行う予定である。

講座の前半はカンガイ、排水、農地土工に関する章で、農業土木分野の筆者が中心となり、後半は農地保全、土地利用計画などに関する章で、土壌分野の筆者が中心となって執筆する。

農業土木事業の実施において、具体的な造成物は点や線の工事はいうに及ばず、面工事であっても土構造物であることが多い。土構造物の造成にあたっては、造成後の変化の方向の予測が重要となるが、まず現材料をいかに目的に合った形に造成するかが先の要求となる。このため、事業の計画に比べて実施においては、土壌のもつ母材的性格がより重視されているのが実状である。した

がって、自然体である土壌を正確に認識することがこの講座の流れの中心となるものではあるが、前半においては、母材など土壌物質としての性質との関連が強い面を多く記述し、さらに農業土木学が土壌学を使用するにあたって今後研究しなければならない点に関して多く言及することにもなると予想される。一方、後半においては、土壌を合理的に利用するために、現代土壌学の知識が欠かせないことを具体的に述べることとなる。それゆえ、執筆の各部によってあるいは調子に差がでることと予想されるが、現時点ではいたし方のないことである。十分な論議のうちに講座をすすめるつもりである。

本講座が農業土木技術者の方々にとって各種の農業土木事業の計画、施工上有益な土壌に関する情報の収集や解釈上に役立ち、また広く工事計画や施工に活用していただければ、さらにそのための研究がすすむこととなるならば、筆者らにとって無上のよろこびである。

〔1978. 10. 19. 受稿〕



スコープリポート

地下水管理モデル

——世界の現状とすう勢——

YEHUDA BACHMAT, ICSU-SCOPE 著

水収支研究グループ訳

本書は、国際学術連合 (ICISU) の環境問題科学委員会 (SCOPE) の地下水モデル化国際アセスメント・プロジェクトの報告書（一部）の翻訳である。このプロジェクトは、『地下水に関係した水資源管理手段としての、数値モデルの利用現況とその評価』を目的として進められてきただけあって、報告書の内容は、いわゆる地下水シミュレーションを現実のさまざまな地下水管理問題へ適用する上での、現段階の技術レベルと問題点が整理されており、きわめて工学的・技術的色彩の強いものとなっている。したがって、現在何らかの形で、環境問題との関連で地下水問題に係わっている人々にとっては、すぐにも役立つ内容であるとともに、この分野に興味を持つ研究者や学生にとっても、世界的な研究のすう勢を知る上で有用である。

本書の構成は次のとおりである。

- 1章 要旨
- 2章 結論と勧告

- 3章 プロジェクトの解説
- 4章 管理とモデル化
- 5章 地下水系と地下水モデル
- 6章 既存モデルの概況
- 7章 管理者の要求とモデル利用とのギャップ
- 〔付録〕 地下水数値モデルの技術的総括

翻訳に当たった水収支研究グループは、従来からも、地下水開発と環境保全の立場から、地下水学を中心とした周辺領域で、地道で学際的な研究活動を続けてきているグループである。その成果は、『地下水資源学』や『地下水盆の管理』などの成書にまとめられている。本書はそれらの出版活動の延長上に位置づけられ、それらを合わせて読むことにより、応用を中心においた地下水学全般を体系的に理解する上で、大いに役立つものと考えられる。最近、とくに環境アセスメント手法として、地下水シミュレーションは注目を集めつつあるが、従来この方面の解説書では、モデルを開発する側からの記述が多く、難解で、またモデルを利用する側からは不必要な部分も少なくない。本書は、両者の立場に注意が払われており、研究者や学生のみならず、行政やコンサルティング業務に携わる人々にとっても、わかりやすい解説書となっている。

体 裁：A5版、121ページ、定価：1,500円

発行所：(社) 環境情報科学センター

発行年：1978年9月25日

(三 野 徹)