

土の科学と 自然の循環

久馬 一剛 *Written by Kazutake Kyuma*

京都大学・滋賀県立大学名誉教授

中国の昔の人が、2千年も前に「人、非土不立（人間は土がなければ生きていけない）」といっているが、いま日本に住んでいる人のどれほどが、この言葉に共感しているのだろうか。都会では一日に一度も土を踏むことなく過ごす人が圧倒的に多いと思われる。こういう人たちに、自分自身をも含め、陸地に生きているあらゆる生命の根源には「土」があるのですよ、といつても、なかなか実感してもらえないだろう。

地球の陸地にある植物は、もとをたたせばすべて、土から水や養分を吸い上げて生きている。そしてその植物に始まる食物連鎖の中で、微生物や原生生物のような小さな生きものから、各種の虫や草食性・肉食性のあらゆる動物も、果ては雑食性の人間まで生命を維持することができているのである。つまり地球陸地のすべての生きものを、根本のところを支えているのは土なのである。

この働きに着目すると、土は地球陸地の生命を育むかけがえのない生産者ということになる。人間の営む農業は、土のこの生産者としての働きを自分の都合のよいように利用させてもらうことで成り立っている。いかなれば、人は自然という大家の長屋に住まわせてもらっている店子のひとりに過ぎないのであるが、いまはこの店子が大家の資産をわがもの顔で傷めつけ、同居している他の多くの店子（生きもの）たちの生存を危うくするまでにのさばってしまったように見える。

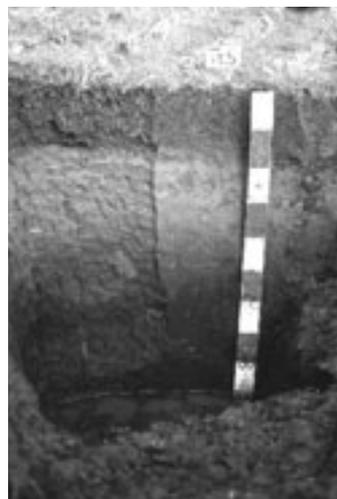
生産者としての土の働きを支えているのは、土の中に棲む膨大な種類と数の小動物や原生生物、菌類、細菌たちである。植物が土の上で育つためには水や養分だけでなく、空気が必須である。植物の根は、人間と同じように、土の中に入ってくる空気を吸って炭水化物を燃やす呼吸をすることで、水や養分を吸い上げるためのエネルギーを獲得し、植物の生育を可能にする。この空気がどのように土の中に入るのかといえば、土の中にいろいろな大きさの隙間がある中で、大きな隙間から重力で水が抜けた後へ大気中から自然に入ってくる。砂地はよく水が抜けるので空気を入れるには都合がよいが、他方で植物に必須な水もちこたえることができない。逆に粘土質の土は、小さな隙間が多くて水もちはよいかも知れないが、こちらは空気が入りにくくて植物の根が呼吸困難になる。土の中でこの通気と保水という矛盾した働きの間、いいバランスをとっているのが団粒構造といわれるもので、ミミズの糞のようなものの集まりを思い描いてもらえばよい。大きな団粒と団粒の間からは水を抜いて空気を入れ、団粒内部の小さな隙間には水をもたせることができる。この団粒構造こそは、自然の中で土が獲得したまことにすばらしい装置なのであるが、これを作り出すのは、土に入る有機物とそれによって養われる無数の動物や微生物たちなのである。ミミズなどの動物の糞もあるが、カビや放線菌の菌糸が土の

粒子を絡め上げ、細菌が出す粘り分泌物が粒子を貼り合わせるといった働きが、団粒構造を作り出している。

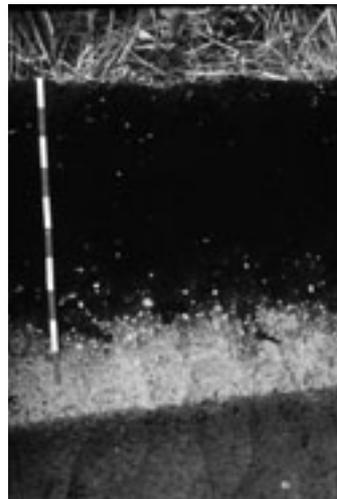
自然の生態系は土の生産力に適応しているから、どこでもそれなりに完結したシステムとなっているが、農地として利用している土の場合、作物栽培に必要な養分の供給力は、ほとんどいつでも不足している。それは農業が短時間で大きな生産を上げることが目的として、作物の品種を改良(?)してきたためである。

この不足を補うのが肥料であり、中国では紀元前1400年くらい前から施肥が行われてきたことを甲骨文に記録している。現代では、この肥料を有機物で施すのが有機農業であり、化学肥料を使うのが普通の農業である。

ところで、自然の中では土が生産者として働くだけではバランスがとれず、生産されたものは必ず分解されなければならない。土は分解者としても自然界の中で大きな働きをしている。日本の森林は毎年ヘクタールあたり数トンにもぼる落葉落枝を地表に返しているが、これらの落葉落枝は翌年にはきれいになくなっている。田んぼでは収穫したモミと同じか、それ以上の重さの藁が毎年地表に返されるが、これも田の表面にたまり続けることはない。先に述べた膨大な種類と数をもつ土の中の生きものたちが、分解者としての土の主役を担ってくれているのである。この働きが自然の中での元素の循環を保証し、農業における持続性を可能にしてくれる。もっと



日本の水田土壌(鳥取県)



日本の火山灰(黒ボク)土壌(栃木県)

身近なところを見ておこう。人間が生きている限り排泄物を出すのは当たり前である。日本をはじめとする東アジアの農業が、何千年にもわたって持続的に稠密な人口を養ってきたのは、この排泄物を肥料として完全にリサイクルしてきたからこそである。明治から大正を生きた文人たちはこのことの意味を鋭く感じ取っていた。徳富蘆花は「大なる哉土の徳や。如何なる不浄も容れざるなく、如何なる罪人も養わざるは無い」と土を讃えているし、高村光太郎は「土壌は汚れたものを恐れず、土壌はあらゆるものを浄め…」と詠い上げている。

化学肥料の出現と下水道の発達は、農業におけるこの循環を断ち切ってしまった。1913年に始まった工業的窒素固定は、今日の自然界における窒素の流通量を100年前の2倍以上に増やし、大気と水と土に活性な窒素をためて環境を損なっている一方、地球上のリン酸資源は100年を経ずして枯渇するところまで逼迫してしまっている。自分

の食料を自分で生産する唯一の哺乳動物であるヒトは、農業によって食料の余剰を生み出して文明を育み、その文明の成果によってさらに食料を増産し、人口を増やし続けている。リン酸資源の枯渇は、この止め処ないヒトの増殖がもつ危険性への、自然の警鐘と考えるべきかも知れない。

CEL

久馬 一剛 (きゅうま・かずたけ)

京都大学・滋賀県立大学名誉教授。1931年生まれ。京都大学農学部農芸化学科卒業、同大学院博士課程修了。京都大学東南アジア研究センター助教授などを経て京都大学農学部教授。退官後、滋賀県立大学環境科学部教授。水田土壌学、熱帯土壌学を専門とし、日本土壌肥料学会賞(1975)、日本熱帯農業学会賞(1978)、日本農学賞、読売農学賞(1985)を受賞。主な著書は、『土とは何だろうか?』(京都大学学術出版会)、『土の科学—いのちを育むパワーの秘密』(PHPサイエンス・ワールド新書)など。