

# 『生きている土』の世界と土と肥料の微妙な関係を探る

宇都宮大学農学部・教授・平井英明

栃木県立博物館 岡本直人

## 1. 事業の目的・意義

児童・生徒・一般成人に対する土壌の性質や機能および肥料の重要性を、宇都宮大学農学部附属農場の雑木林やイネの試験田における観察実験を通じて実感を伴いながら理解を深めることを目的としている。2015年は、国連が定めた「国際土壌年」であることから、世界や日本各地で記念イベントが開催された。日本において生活していると、世界各地における土壌劣化の進行が人類の生存に直接かかわっていることを実感しにくい。一方、日本では学習指導要領の改訂に伴って、「土」という言葉が小学校学習指導要領の中で取り上げられる回数が減少していることが明らかにされ（平井ら、2011）、学習指導要領の改訂に伴う「土」の出現回数の減少が、教科書の記述内容に影響を及ぼし、それが小学校で教える内容に影響を与えるため、どうしても土壌を学習する態度が消極的になる（平井ら、2015）。また、平井・平井（2015）が実施した「米と土」に関するアンケート調査結果によれば、現代社会の日本人が一年間に食べている白米の重量とそれを生産している水田の面積については、中・高校生では、正答者が皆無であり、自分自身の生命維持に水田とその土壌が必要であるという認識に至っていないと考えられた。このため、土壌が人類の生存基盤であることを理解することができるとともに、1年間消費している米の面積を、肥料の重要性とともに実感を伴いながら理解することができるような教育教材の開発が不可欠である。この教育教材を用いた観察実験は、ある程度の面積をもつ農場が必要であるので、全国共同利用拠点である宇都宮大学農学部附属農場において、堆肥と化成肥料連年施用田により研究を継続してきた結果（平井ら、2007）を活用して、一年間日本人が消費している米の重量を面積に換算する観察会を

宇都宮大学農学部附属農場の協力を得て実施した。このこの取り組みによって、人類の生存には土壌が必要不可欠であることを児童生徒・一般成人に理解する態度を醸成させることが本事業の目的である。さらに、この取り組みによって、湿潤な日本の気候下において日本人の命を長期にわたって支えてきた水田とその土壌の重要性と、それを支えてきた人々の長年にわたる努力を理解する態度を育み、それが日本の伝統文化の理解にもつながるという意義を有している。

## 2. 事業内容

### (1) 『生きている土』その世界を探る

附属農場の森林下にすでに用意されている土壌の断面を落ち葉の層から鹿沼軽石の風化層までを観察する。具体的には、落ち葉を一枚一枚丹念にめくりながら、落ち葉が分解する様子を観察する。さらに、そこに生息する土壌動物を観察する。この土壌動物を観察する際には、LCD Digital Microscopeを用いた。次に、落ち葉の下の暗色や褐色の土層、および鹿沼軽石の風化層に触れながらその色を土色帖で確認するとともに手触りを確かめる。さらに採取した土壌を用いて、土壌空気や保水量等を現場で観察実験し、土壌の機能を体感する。この保水力があるからこそ、雨が降っても洪水にならず、雨が降らない時に、生活用水や農業用水を供給することができることを現場で説明する。この説明を通じて、生命活動のある地球であるからこそ、土壌が生成することを述べ、人類の生存には、地球創生以来の生命活動により形成された土が不可欠であることを説明する。

### (2) 土と肥料の微妙な関係～実験田の作物生育状況を観察しよう～

附属農場における堆肥と化成肥料を連用している試験田におけるコシヒカリやゆうだい 21 の生育状況を観察する。堆肥と化成肥料を連用している試験田より、イネを根から掘りとり、穂数、籾数、草丈の面から観察し、堆肥と化成肥料の効果を、実感を伴いながら理解を深める。さらに、土壌の手触りや匂いおよび根の色や形態に及ぼす堆肥や化成肥料の効果についても、LCD Digital Microscope を用いて観察する。

### 3. 事業の進捗状況

#### (1) 『生きている土』 その世界を探る

図 1 に参加者が土壌断面観察や土壌動物を探索している様子を示した。また、図 2 に採取した落葉の様子と、図 3 に観察された土壌断面と土壌動物を示した。地面に木々の葉が落ちた後の変化を実感するために、地面に降り積もった落ち葉を一枚一枚めくりながら観察し、その分解過程やそれに寄与する土壌動物の役割を実感することを目的とした。新しい落ち葉をめくってゆくと、その下の落ち葉は、湿り気があり色は黒ずむ。さらにめくってゆくと落葉の原形を留めなくなり黒く柔らかいいわゆる腐葉土のように変化する。この変化をもたらしているのが、土壌動物たちである。土壌動物は、菌類が柔らかくした落葉を食べて細かく物理的に分解する働きを担っており、放出された糞は丸い形をしていたりソーセージのような形をしていたりする。この生命活動の結果、二次的に腐植が地球上に生み出され、様々な機能を土壌にもたらす。その腐植は、土壌の表層部分 (A 層と呼ぶ) に黒い色 (図 3) を与えると同時に、団粒という土壌の表層に固有の構造をもたらす。この団粒が生成すると、地面には無数の穴ができるので、雨が地面を流れるのではなくて地中にしみ込むようになる。しみ込んだ水は、土壌中の生物の呼吸から出る二酸化炭素を溶かし込んでいるので、酸性が少し強くなる。この酸性の水が岩石の成分である一次鉱物 (造岩鉱物) と化学反応を起こして、そ

の化学反応によって鉱物が二次変成して粘土鉱物を作り出し、鉄が鉱物の中から溶け出して酸化鉄として土壌に黄色、赤色、褐色の色を付け、B 層が生成する (図 3)。



図 1. 土壌断面観察と土壌動物探索



図 2. 採取した落葉の観察.

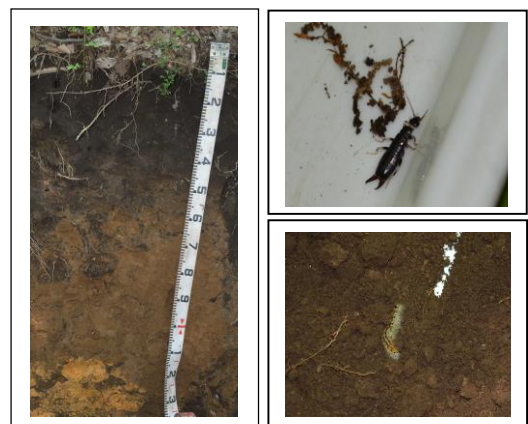


図 3. 土壌断面と土壌動物 (右上: 落葉中で活動中の土壌動物, 右下: B 層中で休眠中の土壌動物)

この一連の土壌生成のメカニズムを現場で説明した後、土壌のもつ性質や機能を説明するために、土壌のもつ性質や機能を説明するために、「水」を用いた演示実験を行った(図4)。具体的には、土壌に含まれる空気の色を測定する観察実験を、水槽とメスシリンダーと100 mLの円筒管を用いて行った(図4)。この演示実験から、土壌表層の黒い土の層(A層)では、最も多く空気が含まれていることを観察することができた。また、この空気のあるところに、土壌動物が住んでいることを説明した。A層の下には、B層が生成し、その下には、鹿沼軽石B層が存在している(図3)が、鹿沼軽石B層では、ほとんど空気が含まれていないことが分かった。B層では、A層と鹿沼軽石B層のちょうど中間で位置しており、このB層で土壌動物が休眠する空間のあることもこの実験から想定されると説明を加えた。



図4. 土壌中の空気を実感する演示実験



図5. 右から、A層、B層、鹿沼軽石B層  
(A層の円筒管から放出された空気が最も多く、鹿沼軽石B層から放出された空気が最も少ない。)

さらに、図6のような装置を製作して、A層、B層、鹿沼軽石B層の水を保つ力について演示

実験を行った。装置に設置するプラスチック容器にA層、B層、鹿沼軽石B層を加え、A層の入ったポリ容器に水をメスシリンダーで加えた。その結果を、図6の下の写真に示した。土が水を保ってから、容器の下から水が徐々に浸みだしてくる様子が観察された。



図6. 土壌の保水機能を実感する演示実験

(左上:プラスチック容器の下に小さな穴開け、A層、B層、鹿沼軽石B層の土を詰め、連結した。右上:そこに、メスシリンダーで水を添加した。下:容器の下から水がしたたり落ちてきた。)

さらにデジタル顕微鏡で土の粒子を拡大して観察(図7)し、「生きている土」のひみつを探った。



図7. デジタル顕微鏡を用いた土の粒子の観察

最後に、9月5日に実施予定の「土と肥料の微妙の関係」の準備として、田植えを行った。

## (2) 土と肥料の微妙な関係～実験田の作物生育状況を観察しよう～

5月30日に、手植えた水稲の生育を確かめるために生育の観察を行った。加えて、堆肥を連用した水田、化成肥料を連用した水田および肥料を施用しない水田で育てたゆうだい21を掘取った(写真1)。



写真1. 掘り取った水稲を観察する参加者の様子

掘り取ったイネ植物体の草丈を定規で測定し、穂数や籾数を参加者で手分けして数えた(図8)。



図8. 水稲の穂数と籾数の計測の様子

その計測結果を基にして、無肥料で栽培した水稲との比較から、堆肥や化成肥料の生育に及ぼす効果を実感する取り組みを行った。次に、一年間に食べている白米の重量を参加者から聞かせていたただいて、その白米を生産する面積を実際に観察している水田に描くとともに、方眼紙にその面積を描いてみ

るように参加者に問いかけた(図9)。これは、平井ら(2014)に報告した方法であった。

問. お米を480kgとるために必要な面積は1000m<sup>2</sup>だから、60kg(1人の1年分)をとるために必要な面積は…?

※ヒント…480kgは何人分かな?

答え: 60kg(1人の1年分)をとるためには

約 \_\_\_\_\_ m<sup>2</sup>

<発展>下の図に1人分の面積を描いてぬってみよう。

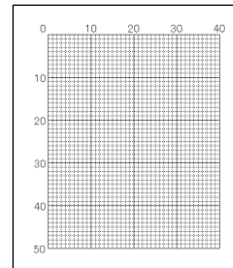


図9. 家族の生命を支える米の面積を実感する演習

参加者は、一年間に消費している白米の面積を目の当たりにして、白米を生産する水稲とそれを支える土や肥料の力を実感していたようであった。休耕田が増加している現代社会の実情を紹介し、消費するだけではなくて、生産することの重要性を子供たちとその保護者に訴えた。

その後、堆肥や化成肥料の土壌に与える影響を調べるために、土の手触り、においや水稲根を、土を洗い落としながら観察した(写真2、写真3)。この田んぼの土の観察は、保護者の方々には、子供たちが発見した内容を疑うことなくそのままの感性を記録するようにお願いしていた。



写真2. 田んぼの土の観察の様子-子供たちの感性を引き出す土の匂い、色と手触りの観察



写真3. 水稻の根に付着した土を洗い落としして、デジタル顕微鏡で根を拡大して観察する参加者。

#### 4. 事業の成果

本観察会は、栃木県立博物館と宇都宮大学の共同事業としてこれまで開催されてきたが、本年度より「子ども未来創造大学」(栃木県教育委員会主催)に登録し、栃木県在住のより多くの子どもたちが参加できるように配慮した。その結果、登録した「土と肥料の微妙な関係」には、多くの子ども達が参加し、土やイネの生育や根の状生育状況を、肉眼およびデジタル顕微鏡を駆使しながら観察実験に取り組んだ。子ども達の保護者の方々から、大変勉強になった。森や水田の土の相違をよく理解することができた。お米の重要性を改めて認識した。子ども達が田植えをしてその生産の現場を観察する機会が乏しいので、たいへん有用であった。というように多くの感想が寄せられた。

なお、この観察会の様子は栃木県立博物館ブログ (<http://www.muse.pref.tochigi.lg.jp/news/>) にも紹介されているので参照されたい。

平成27年度は、国連が定めた国際土壌年であったが、その記念すべき年に栃木県立博物館、栃木県教

育委員会と宇都宮大学が互いに協力をしながら、一般成人とともに子ども達が一堂に会して“生命を支えている土の重要性”や“日本人の主食である米の生産に必要な土の面積”を2014年度に引き続いて学習する活動の場を継続できた点が評価される。国際社会は、土壌の劣化が人類の生存を脅かしているという認識を共有しつつある。土壌の保全は人類の生存基盤として、生命循環の基盤として、また、持続的発展の基盤として重要であるというこの国際社会のもつ認識を日本の児童生徒・一般成人が共有し、土壌劣化を防ぎつつ持続可能な社会形成への貢献に大きな役割を果たす人材を生み出すきっかけを与えるために、本事業は有用な取り組みである。

#### 5. 今後の展望

平成27年は、国際土壌年であり、世界各地で土壌の啓発活動が行われた。本事業もこの啓発活動の一環として実施された。この活動を継続することによって、“土壌は人類の生存の基盤であり、生命循環の基盤、持続的な発展の基盤である”という考え方を、実感を伴いながら児童生徒・一般成人の方々が理解できるように、今後も、観察実験に新たな工夫を加えながら、この地域貢献事業を継続したい。

#### 【引用文献】

- 平井英明・赤羽幾子・福田直 2015. 土壌肥科学雑誌, 86(6), 595-598.
- 平井英明・千葉清史・加藤秀正・前田忠信 2007. 宇都宮大学農学部「農場報告」, 24, 1-9.
- 平井英明・平井雅世 2015. 土壌肥科学雑誌, 86(6), 505-514.
- 平井英明・岡本直人・小暮健太・布川嘉英 2014. 土壌肥科学雑誌, 85(5), 473-480.

【謝辞】宇都宮大学農学部附属農場の雑木林や水田を観察会で使用させていただきました。記して、深甚の謝意を表します。