

# 『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・小暮健太

## 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。日常生活の中では、実感しにくい土壌の性質や機能の理解により、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や肥料の効果を、実感を伴いながら理解することができるので、水田土壌や肥料の重要性とともに水田を造成してきた先人の努力に対して尊敬の念を抱くことができるという日本人の伝統文化の理解にもつながる。

## 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。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。最後に、土壌断面を色鉛筆でスケッチする。さらに採取した土壌を用いて、保水量や土壌空気等を現場で実験し、土壌の機能を体感する。

### (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、粒数、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に落葉の分解の様子と観察された土壌動物の写真を示した。地面に木々の葉が落ちた後、どのように変化するかを実感するために、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を行った。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。この変化が起こるので、毎年毎年木の葉が地面に降り積もっても雑木林は落葉であふれかえることはない。この変化をもたらしているのが、図1のトビムシやダニに代表される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分解を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のだが、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2）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、褐色の色を付ける（図2）。



図1. 落葉の観察と落葉を分解する土壌動物



図2. 土壌断面とその観察

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、「水」を用いた演示実験を行った（図3）。具体的には、土壌に含まれる空気量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い（図3）、参加した小学生にその量を読み取ってもらった。その結果、A層には空気が100 mL中19 mL含まれ、その次の層、さらには鹿沼軽石が風化して生成した層(B層)には、それぞれ、12 mL, 16 mL含まれており、A層に最も多くの空気が含まれていることが分かった。この空気の体積が多いということは、動物たちの住処が広いことを意味していると説明した。続いて、同様の土

を500 mL容の容器に詰めて水を注ぐ実験を行った。採取した土を穴の開いたカップに入れ、タワーのように配置した。一番上のカップに水を注ぎ続けると、しばらくは水がこぼれてこないが、やがて上のカップから順番に水が穴から漏れ落ちてくる。はじめの土の重さを測定しておけば、土がどのくらいの水を含むことができるかがわかる。

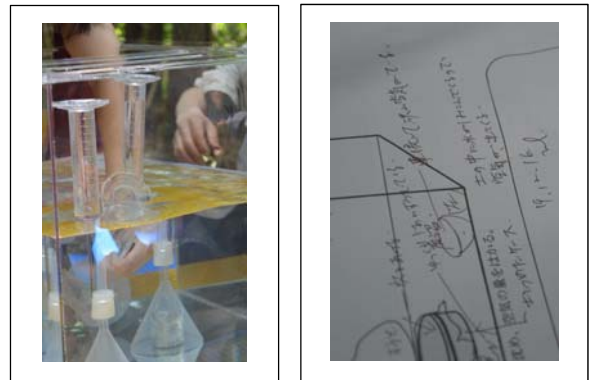


図3. 土壌中の空気を実感する演示実験



図4. 土壌の保水機能を実感する演示実験

その水の重量を、参加者に測定してもらった結果を表1に示した。表1によれば一番下の土（鹿沼軽石の風化した土層）が最も保水力が高いことがわかり、参加者にも土の保水力の理解が進んだようであった。

表 1. 現場でできる保水量の簡易実験結果

	初めの重さ	最後の重さ	含んだ水の重さ
一番上の土	430g	525g	95g
まん中の土	450g	580g	130g
一番下の土	405g	580g	175g

最後に、9月に実施予定の「土と肥料の微妙な関係」の準備として、田植えを行った(写真1)。



写真1. 田植えの様子

(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31日に、手植えた水稻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2)。



写真2. 水稻を掘り取った直後の参加者の様子

さらに、品種の違いを実感するためにコシヒカリも同時に掘り取った。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5)。



図5. 水稻の穂数と籾数の計測の様子

その計測結果を基にして、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だき、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6)。これは、平井ら(2014)に報告した方法であった。

問. お米を540kg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…540kg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。
- この田んぼから何人分のお米がとれるか?

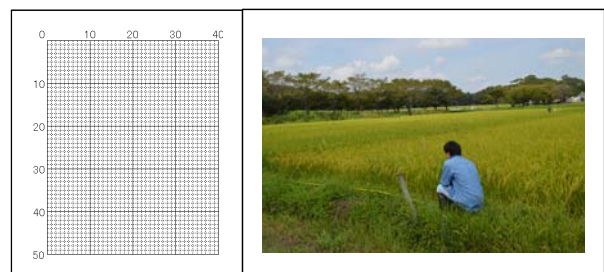


図6. 家族の生命を支える米の面積を実感する演習

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、白米を生産する水稻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、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、においや水稻根、土を洗い落としながら観察した(写真7、写真8)。

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お願いしていた(写真9)。すると、一般成人では感じるできないような田んぼの土の特徴が子供たちが感じ取っていることが分かった。具体的には、「堆肥を連用している田んぼの土の匂いは潮の匂いに似ている」とか、「化成肥料を連用した土の色が緑色をしている」という答えである。いずれも科学的な根拠をもつかもしいない発言であり、その感性の鋭さに驚かされた。子供たちの感性を否定することのないように大切に育てる必要性を示す一つの事例であった。



写真7. 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8. 田んぼの土とイネの根の様子



写真9. 田んぼの土とイネの根の観察の様子-子供たちの観察結果に耳を傾ける保護者の皆さま

#### 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、多くの子ども達に参加するとともに、感性豊かな意見の交換をすることができた。子ども達の保護者の方々から、大変勉強になった。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。異なる品種を同時に観察することができるような機会を農家の田んぼではできないので、貴重な観察会であった。子ども達の感性が一般成人とは異なることを実感した。というように多くの感想が寄せられた。

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”を学習する新たな活動の場ができた点が前年度と比較して評価される。平成27年は国連が定めた国際土壌年であり、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、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・一般成人が共有するために、本事業は有用な取り組みであると考えられた。

#### 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予定されている。本事業もこの啓発活動の一環として継続する予定である。この活動を継続することによって、“土は人類の生存の基盤であり、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・岡本直人・小暮健太・布川嘉英 2014. 学校及び社会における土壌教育実践講座(2) 土壌断面と農地の生産力から土壌の重要性を伝える野外観察の手引き. 土壌肥料学雑誌, 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。