

土についての大学生の認識と小学校・中学校理科教育との関連

星 博幸

理科教育講座 (地球科学)

Soil: Undergraduate Students' Understandings and their Relation to Science Education at Elementary and Junior-High Stages

Hiroyuki HOSHI

Department of Science Education (Geology), Aichi University of Education, Kariya 448-8542, Japan

1. はじめに

地表は気圏, 水圏, 地圏, 生物圏が交わる場である。そのため地表を構成する物質の多くはそれらの相互作用によって生成したり変化したりする。陸の表層を構成する土はその代表的な物質である。風化していない固い岩石がむき出しになっている場所を除き, 陸の表層の大部分は土で覆われている。岩石の風化によって碎屑物 (礫, 砂, 泥) が生じる。そのようにしてできた全体として軟質な物質を土と呼ぶこともあるが, その碎屑物に生物の活動が関わることによってできた無機・有機混合物も土と呼ばれる。後述のように土壌学の観点から土という場合は後者を指す。土は人間の生活域の物質的基盤を構成するだけでなく, 植物をはじめとする生物を養い, 物質の保持や循環などの機能も持つ (日本土壌肥科学会, 2010)。

筆者は愛知教育大学 (国立教員養成系大学) で毎年, 学部2年生を対象とする実験授業で地形と地質の観察について扱っているが, 土の断面が見える場所で土についても学生と議論している。学生に「土とは何か?」と尋ねると, 一部の学生から「礫や砂」, 「微生物の活動の場」などの意見が返ってくるが, 多くの学生は沈黙したままである。その様子を見て, もしかしたら学生の多くは土について科学的な知識をあまり持っていないのではないかと筆者は考えた。そこで, 大学生が土についてどのような認識を持っているか, アンケート調査によって探ることにした。小論はその調査結果の報告である。今回の調査から, 理科系の学部・学科所属の学生であっても, その多くは土についての認識が曖昧であるという事実が見えてきた。その背景について, 小学校・中学校段階の理科教育と関連づけて考察する。

2. 土の意味

土という言葉は複数の意味で用いられる。例えば『広辞苑』(新村, 1998編)には土について次の意味が示されている: ①土壌; ②大地, 地面; ③ねうちのないもの, 容貌のみにくい人のたとえ; ④地下 (じげ); ⑤鳥の子紙の一種; ⑥犯土 (つち)。科学的・理科学的な意味では, この中の「土壌」と「大地, 地面」が関係する。

土壌の概略の意味は『広辞苑』や『岩波理化学辞典』(長倉ほか, 1998編)など多くの辞典・事典類に示されているが, 日本土壌肥科学会の『私たちの研究対象とする土壌と土』(日本土壌肥科学会, 2010)という文書では「地球の陸地表層または浅い水の下にあり, 岩石の風化や水, 風などによる運搬, 堆積と生物が作用し, 有機物と無機物が組み合わさり, 自然に構成されたもの」と説明されている。この意味にはいくつかの重要なポイントが含まれているが, ここで強調しておきたいことは, 土壌が岩石の風化・侵食生成物 (碎屑物) を単に指すのではなく, 碎屑物に生物の作用が関わって生成した天然の無機・有機混合物ということである。従って土を土壌学的な意味で用いる場合, 礫や砂だけの無機的堆積物を土と呼ぶのは不適當である。土壌学の分野において土は当然ながら土壌の意味で用いられ (例えば, 久馬, 2005; 日本土壌肥科学会「土のひみつ」編集グループ, 2015編), 初等・中等教育における土の取り扱いについて土壌学の立場から書かれた文献も基本的に土を土壌学的な意味で用いている (例えば, 福田, 2004, 2006, 2010; 東ほか, 2006; 平井ほか, 2011)。一方, 工学分野では土壌を「all unconsolidated materials above bedrock」(Neuendorf et al., 2005 eds.), すなわち岩盤上にあるすべての未固結物質という意味で用いることもあり, 注意が必要である。事実, 土壌学

的な意味での土(土壤)は英語でsoilというが、工学の一分野である土質力学も英語でsoil mechanicsという。

大地や地面の意味で土ということもある。『Glossary of Geology』(Neuendorf et al., 2005 eds.)には、土の意味の一つとして「a general term for the solid materials that make up the physical globe, as distinct from water and air. Also, the firm land or ground of the earth's surface, uncovered by water.」(水・大気とは異なる、地球を構成する固体物質の一般的な語。また、水で覆われていない地球表面の堅硬な硬い大地・土地。)と記述されている。しかし日本において土をこの意味で用いることは少ないと考えられ、この意味では大地、地面、土地など呼ぶのが一般的であろう。ここで指摘しておきたい重要な点として、『Glossary of Geology』には工学的な意味での土の説明もある。この意味での土は「material that can be removed and handled economically with pick and shovel, or loosened and removed with a power shovel, scraper, or end loader」, すなわち、つるはしやシャベルで手軽に動かしたり、重機を用いてほぐしたり動かしたりできる物質、と説明されている。例えば「大雨で路肩の土が流された」と言ったり聞いたりする場合、多くの人は土を土壌学的な意味ではなく、固い岩盤ではない比較的軟弱な(全体として固くない)部分、この例では路肩を構成している盛土のようなもの、という意味で理解すると思われる。土木工学的あるいは土質力学的な意味(秦・松本, 2010)での土と言えよう。

3. 方法

土についての大学生の認識を調べるために、本研究では学生を対象にアンケート調査を実施した。調査は2017年4月～7月の期間に、筆者が地学系の授業を担当している二つの大学で実施した。一つは愛知県の私立総合大学であり、1年生対象の基礎地学の講義を受講している応用生物系学部所属の学生(以下、某私大応用生物の学生)を対象とした。もう一つは愛知教育大学であり、1年生対象の理科研究AⅡ(必修の教科研究科目)を受講している初等教育教員養成課程理科選修及び中等教育教員養成課程理科専攻に所属する学生(以下、愛教大理科の学生)を対象とした。調査は、授業で土に関する内容を扱う前に、授業中に集合調査法により実施した。調査ではアンケート調査用紙を全学生に配布し、他人と相談したりスマートフォン(インターネット)で調べたりせず自分の理解を正直に答えるように指示し、10分程度で記入させた後、その場で調査用紙を回収した。質問内容は次の通りである。

質問1 2017年4月1日時点の年齢(年齢を記述)、性別(選択肢に○)

質問2 卒業した小学校が所在する都道府県と市町村(記述)

質問3 土の意味を小学校の授業で学んだかどうか(選択肢に○)

質問4 土の意味を小学校のどの教科の授業で学んだか(選択肢に○)

質問5 土(土壤)とはどのようなものか(記述)

質問6 土(土壤)と礫・砂・泥は同じものか、それとも違うものか(選択肢に○)

質問7 土(土壤)と礫・砂・泥の違いは何か(記述)

4. 結果

某私大応用生物の学生については153名から、愛教大理科の学生については133名から回答を得た。

4.1. 回答者の属性

学生(回答者)の年齢と性別(質問1)、小学校所在地(質問2)などの属性は図1に示すとおりである。

年齢は某私大応用生物、愛教大理科のいずれも18歳(現役入学者)が最多で、19歳(浪人生と再履修生)がそれに次いだ。20歳以上の学生もわずかに含まれていた。

性別は某私大応用生物、愛教大理科のいずれも男性約62%、女性約38%でほぼ同じ比率であった。

卒業した小学校が所在する都道府県は、某私大応用生物、愛教大理科のいずれも愛知県が最多で、岐阜県、三重県がそれに次ぎ、これら3県で学生の9割近くを占めた。特に愛教大理科は8割近くが愛知県であった。なお、調査では市町村も尋ねたが図1には示していない。

4.2. 小学校の授業

土について初等・中等教育で初めて接したのは小学校の授業だった可能性が高いとの推測から、小学校の授業に関する質問を設けた(図2)。ただし、当然ながら記憶に基づく回答で、小学校卒業から6年以上も経過していることもあるため、回答の信頼性の評価には注意が必要である。

質問3の「土の意味を小学校の授業で学びましたか?」(一つ選択)に対しては、4割近くの学生が「覚えていない」と答えた。他の約6割の回答では「少し学んだ」が最も多く(某私大応用生物が約43%、愛教大理科が約35%)、「ある程度学んだ」、「全然学ばなかった」の順であった。「しっかり学んだ」と答えた学生は某私大応用生物、愛教大理科ともわずか1名であった。

質問4の「土の意味をどの教科の授業で学びましたか?」(複数選択可)に対しては、最多回答が「理科」で(某私大応用生物が約58%、愛教大理科が約51%)、「生活」がそれに次いだ。「社会」や「総合的な学習の時間」という回答もあり、ごくわずかではあるが「国語」と「家庭」という回答もあった。全回答数のうち

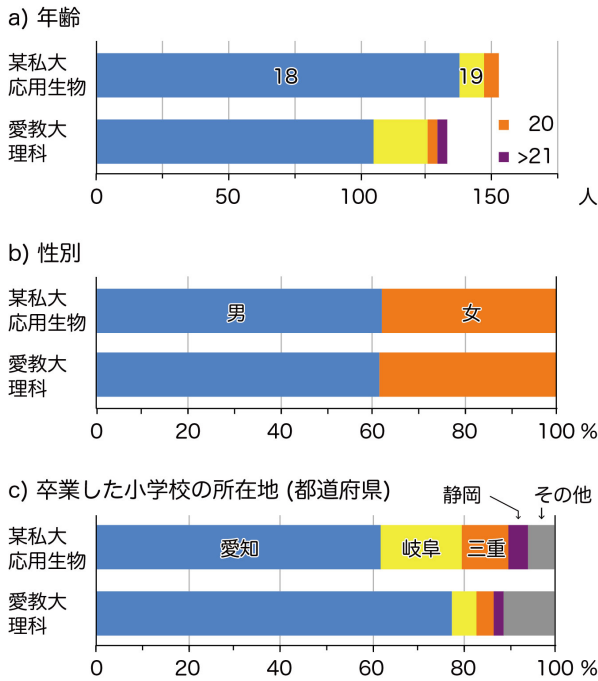


図1 アンケート調査を実施した学生(回答者)の属性。回答者数は某私大応用生物が153名、愛教大理科が133名。

某私大応用生物の約21%と愛教大理科の約30%が「覚えていない」であった。

4.3. 土(土壌)とは

質問5の「土(土壌)とはどのようなものですか? あなたの理解を書いてください」には実に様々な回答(記述内容)が認められた。この質問では土壌学的な意味での土、すなわち土壌形成の必須条件である生物や有機物の関わりや、生態系の基盤となっている存在としての重要性について、学生がどのように理解してい

るか知りたい。従って、回答中に生物、植物、動物、作物、枯れ葉、腐葉土、生態、草、木、有機物と言った語が含まれるかどうか注目し、これらの語の一つでも含まれている回答はその内容の科学的妥当性や日本語文章としての正確さは考慮せず「含む」に分類した。例えば、「地面。植物を育てることができる。」や「生物が生存していく中でなくてはならないもの。」という回答は土壌について十分に説明しているとは言えないが、ここでは「含む」に分類した。一方、上記の語を含まない回答や無回答(記述なし)は「含まない・無回答」に分類した。例えば、「砂や泥のようなものの総称だと思う。」や「石が風化などして微小な粒子となったもの。」という回答は、土質力学的な意味では間違いとは言えないが、生物や有機物、生態系などの関連語を含まないので、ここでは「含まない・無回答」に分類した。結果を図3aに示す。「含む」に分類された回答は某私大応用生物が約53%、愛教大理科が約38%であった。

質問6の「土(土壌)と礫・砂・泥は同じものですか? それとも違うものですか?」では、「同じものと理解している」と「違うものと理解している」という二つの選択肢からどちらか一つを選ばせた。この質問は上記の「土(土壌)とはどのようなものですか?」と関連しており、土壌が無機的な碎屑物だけで構成されているのではないことをどの程度の学生が理解しているか知りたいので設けたものである。結果を図3bに示す。某私大応用生物の約76%、愛教大理科の約63%が「違うものと理解している」と回答した。「同じものと理解している」と回答したのは某私大応用生物の約22%、愛教大理科の約32%であった。

最後に、質問6で「違うものと理解している」と回答した学生(某私大応用生物の学生117名、愛教大理科

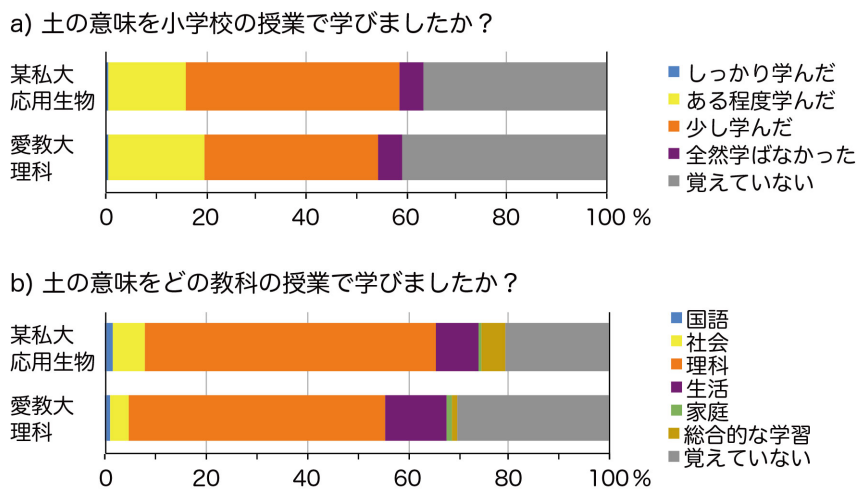


図2 小学校の授業に関する回答。

a) 土の意味を小学校の授業で学びましたか?

b) 土の意味をどの教科の授業で学びましたか?

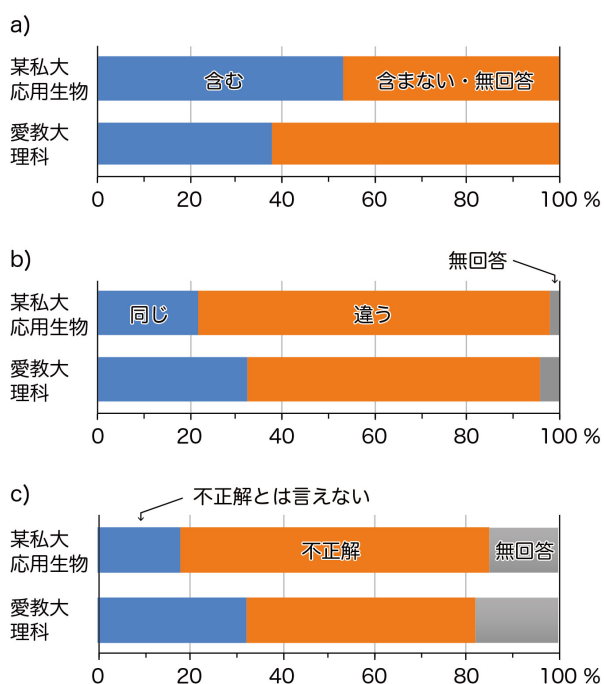


図3 土(土壤)の認識についての回答。詳しくは本文参照。

- a) 質問5「土(土壤)とはどのようなものですか? あなたの理解を書いてください。」の回答(記述内容)中に、生物、植物、動物、作物、枯れ葉、腐葉土、生態、草、木、有機物といった語が一つでも含まれている回答は「含む」に分類した。
- b) 質問6「土(土壤)と礫・砂・泥は同じものですか? それとも違うものですか?」の回答。
- c) 質問7「土(土壤)と礫・砂・泥の違いについて、あなたの理解を書いてください」の回答(記述内容)。この質問は質問6で「違うものと理解している」と回答した学生に出した。

の学生84名)には、質問7の「土(土壤)と礫・砂・泥の違いについて、あなたの理解を書いてください」にも回答を求めた。ただし、これに回答(記述)するのが面倒なので質問6で敢えて「同じものと理解している」を選択してしまう行為を避けるために、質問7には「うまく説明できない場合は無記入でも構いません」という注釈をつけた。上記質問5(記述)の場合と同様、この質問にも様々な回答(記述内容)が見られた(表1)。例えば「土(土壤)とは、礫、砂、泥の他にも植物や動物の死体が細菌類等によって分解されたものや、土の中に住んでいる微生物やその生態系も全てまとめたいいかた。礫、砂、泥は岩が風化によってどんどん小さくなっていったもの」のように比較的しっかりした回答もあったが、「粒の大きさ」のように一言だけの回答もあった。詳細な分類が容易でないため、今回は回答を科学的に「不正解とは言えない」ものと「不正解」のもの、及び「無回答」に分類した。例えば上記の比較的しっかりした解答例は「不正解とは言えない」に含めた。また、「土のもとになるのが

礫、砂、泥」や「土はいろいろな栄養が含まれている」という回答も、土壌と礫・砂・泥の違いの説明としては十分ではないがその記述内容を不正解とは言えないため「不正解とは言えない」に含めた。一方、上記の「粒の大きさ」や「土は礫・砂・泥などの総称」などの回答は土壌学的な意味では正解とは言えないため「不正解」に含めた。結果を図3cに示す。「不正解とは言えない」に分類された回答数は、某私大応用生物が21、愛教大理科が27であった。この質問の対象人数(某私大応用生物117名、愛教大理科84名)及び全人数(某私大応用生物153名、愛教大理科133名)をそれぞれ分母とすると、「不正解とは言えない」に分類されたのは某私大応用生物ではそれぞれ約18%と約14%、愛教大理科ではそれぞれ約32%と約20%であった。一方、「不正解」に分類された回答数は某私大応用生物が78、愛教大理科が42であり、この質問の対象人数(上記)を分母とすると某私大応用生物が約67%、愛教大理科が約50%であった。

5. 議論

5.1. 土についての大学生の認識

今回のアンケート調査結果は次のようにまとめられる。

土の意味について小学校で学んだと記憶している、あるいはそのように思っている学生は、某私大応用生物、愛教大理科とも半数以上に達した(質問3;図2a)。しかしどちらも「覚えていない」という回答が4割程度あることを踏まえると、回答内容の信頼性はあまり高くないかもしれない。

土の意味について小学校で学んだ教科は「理科」と答えた学生が最も多かった(質問4;図2b)。この質問も記憶に頼ったものであるため、結果の解釈には注意が必要である。ごく少数の外国人留学生(某私大応用生物に在籍)を除き、ほぼすべての学生は小学校高学年の授業を平成20年(2008年)告示の学習指導要領(文部科学省, 2008a)のもとで受けたと考えられる。後に議論するように、実は小学校理科には土壌を系統的に扱う単元がない(文部科学省, 2008a, b)。碎屑物に関する内容は主に5学年と6学年の理科で学んだと考えられる。土を碎屑物と同じもの、あるいは類似のものとして理解している学生は、5学年の単元「流水の働き」と6学年の単元「土地のつくりと変化」の記憶から、土の意味について小学校理科で学習したと回答した可能性がある。また、「生活」と答えた学生も全体の1割ほどいたが、生活科には身近な自然を観察する内容が含まれており(文部科学省, 2008a, c)、草花や昆虫などの観察の際に土も目にした、あるいは土に触れたかもしれず、それが記憶に残っている可能性が考えられる。

表1 質問7の回答（記述内容）。一部の回答は筆者が表現を修正したが、ほとんどは原文ママ。

某私大応用生物の学生

- 礫、砂、泥は川で礫がぶつかりあってくだけて砂になり、さらにくだけることで泥になる。土はいろんなものが混じっている。腐葉土、砂など。（同様回答複数）
- 土（土壌）は、礫、砂、泥が混ざっているもの。逆に土（土壌）を形成している（もとになるもの）は、礫、砂、泥。（同様回答複数）
- 土は様々な物質を含んだ混合物で、礫、砂、泥は大きさによってきめられた個々の物質。（同様回答複数）
- 粒の大きさが違う。礫が一番大きく、泥が一番小さい。（同様回答複数）
- 水分量や硬さ、大きさなどが違う。（同様回答複数）
- 礫、砂、泥などが集まり土となる。（同様回答複数）
- 礫、砂、泥にいくにつれて川などによって削られて粒子が小さくなる。沈殿は小から順に泥、砂、礫となる。（同様回答複数）
- 大きさが違う。できる過程が違う。（同様回答複数）
- 土は栄養と水分があるから植物が育つ！（同様回答複数）
- 礫、砂、泥それぞれと微生物が分解した物質を合わせて土（土壌）。
- 土は団粒構造をしており、排水性、保水性、通気性などの性質を持つ。ある程度の塊になっている。礫・砂・泥は単粒構造をしており、一つ一つが独立していて、排水性、保水性、通気性が悪い。
- 土（土壌）とは、礫、砂、泥の他にも植物や動物の死体が細菌類等によって分解されたものや、土の中に住んでいる微生物やその生態系も全てまとめたいいかた。礫、砂、泥は岩が風化によってどんどん小さくなっていったもの。
- 土には多くの土壤動物がいるが、砂などにはない。土の3相分布はそれぞれ30%ほどだが砂などは違う。
- 土は様々な化学物質などが入っていて、動植物にとっての栄養が含まれている。礫、砂、泥は土壌を構成する物質の一つ。
- 土は栄養分などが含まれているが、礫、砂、泥は含まれていない。
- 土は植物が成長するところで、礫、砂、泥は河川の周辺にあり、その大きさによって名前が違う。土の方が養分がある。
- 土は植物が育つが、他の3つは植物は育たないか育ちにくい。
- 土壌は植物が育つし、形がある程度まとまっている。礫、砂、泥は植物が育たない。形がバラバラなものが多い。
- 礫、砂、泥はそれぞれ単体(?)。土はそれらが混ざったもの。
- 微生物や養分の量のちがひ。
- 土は微生物が分解してできたもので、礫、砂、泥は石が小さくなってできたもの。
- 土壌では栄養価も高く水分も十分にあって芽を出す、同じく砂や泥で育てようと思っても砂はサラサラしすぎて、泥は砂に水がかかってべたべたしたものだと思うので、水分も栄養もきちんと行き届かないから、そのため砂や泥、礫で植物を育てることはできない。
- 呼び方。土を細かく分けると礫、砂、泥? それぞれの名称的な感じ。
- 泥は水を含んでいる。砂は乾燥している。礫はわからない。土はそれらの総称。
- 泥は水を含んでいる。
- 礫、砂、泥は山の上の方から流れてきて順番に上から堆積していったもの。土はよくわからない。
- 土（土壌）は全てを指し、礫、砂、泥は大きさなどによって区切られた土（土壌）のこと。
- 土は地面にあるもの全てを含むもので、礫・砂・泥は土の種類だと思う。
- 礫は石。砂は石が粉状になったもの。泥は土が水を含んだもの。
- 礫、砂、泥の順に粒子が小さくなっている。泥は水はけが悪い分、微生物が繁殖しやすい栄養豊富。
- 粒のこまかさ。堆積する順番。
- 粒の大きさの違いにより、水中で3層に分かれる。
- 礫、砂、泥は川の流れによって堆積するもの。土は植物が根をはったりするもの。
- 礫は石のかたまり。砂は石の細かいの。泥は砂と水が混ざったもの。
- 成分が違う。粒の大きさが違う。やわらかさが違う。
- 粒子の大きさ、溶媒(水)への溶けにくさ、空気との質量比など。
- 植物が得る養分の量が違う。
- 土は積み重なったもの。礫、砂、泥は火山などから作られた生産物。
- 硬さ。大きさ。地域の環境。

愛教大理科の学生

- 土壌は養分を多く含んでいるが、礫、砂、泥はほとんど含んでいない。（同様回答複数）
- 礫、砂、泥単体では土と言わない。かといってこれら3つを合わせても土とは言わない気がする。なので、土というのはこれら3つや他の物質などの総称のことを言うのに対して、礫、砂、泥はあくまで土の構成物質にすぎない違い。（同様回答複数）
- 土は礫・砂・泥以外にも、植物が腐食したものや火山灰などが含まれることがあり、単純に岩石の粒だけでできていない。（同様回答複数）
- 土は礫、砂、泥などが集まってできたもの。（同様回答複数）
- 粒子の大きさ、形。（同様回答複数）
- 土には礫、砂、泥以外のものも含まれる。（同様回答複数）
- 礫は2mm以上の粒の大きさ、砂は1/16~2mmの粒の大きさ、泥は1/16mm以下の粒の大きさ。（同様回答複数）
- 土とは礫・砂・泥や火成岩が風化したものなどに加え、栄養分などの様々なものを含んだもので、「礫・砂・泥」は土を構成する一部であると考える。
- 土壌は腐敗物などが混ざっており、礫、砂、泥は土を構成している物質の種類である。
- 土壌は栄養とかがあって植物が成長できる。砂とかはただの堆積物。
- 地層の一番上の、落ち葉などからできたもの。
- 土は原料が植物であり、礫・砂・泥は原料が鉱物からできている。
- 土には菌が多くいて、栄養もある。しかし礫・砂・泥には菌はいるかもしれないが栄養はない。
- 土壌は栄養的な面でも考えられているもので、礫・砂・泥は大きさだけを見たもの。
- 土は枯れた葉などが腐ってできたもので、礫・砂・泥は風化や侵食によってできたもの。
- 土は有機物が微生物に分解されたもの。礫・砂・泥は岩が細かくなったもの。
- 土は植物や野菜に必要なもの。礫・砂・泥は流水によって運ばれたもの。
- 土は岩石やその他のものも含まれたもので、礫・砂・泥は土を構成する成分? みたいな感じ。
- 粒の大きさを、大きいほうから礫、砂、泥の順となる。
- 土（土壌）はいろいろな種類の粒が混ざっているが、礫・砂・泥は基準がある。
- 土壌をこまかく見ると礫・砂・泥に分かれる。
- 礫・砂・泥は部分的なものであり、土壌はそれらがいくらかの割合で集まっているのではないと思う。本質的には同じなのかもしれない。
- 土には明確な判断基準がない。礫、砂、泥にはある。
- 礫、砂、泥は粒子の名称。
- 土（土壌）はその土地の性質を、礫・砂・泥は土に含まれる粒子の大きさを表すもの。
- 土や土壌というと「植物とのかかわり」みたいなイメージがある。
- 植物が育つ土が土壌。それ以外が礫・砂・泥。
- 土には栄養があり、砂にはない。
- 土（土壌）は土地。礫、砂、泥は土を構成する粒子。
- 大きさや堆積する場所が違う。
- 礫・砂・泥は岩石がくだけてできたもの。
- 礫は大きいもので山地に多くあり、砂は中間で、泥は河口などにある。
- 礫、砂、泥は養分を含んでいない。
- 土は陸上でさまざまな栄養分から形成されるもの。礫・砂・泥は土が固まってできたもの。
- 土は生物からなり、礫、砂、泥は地球の岩石からなるものだと思う。
- 土=礫、砂、泥、ごみなど不純物。礫、砂、泥=土の成分。

土を土壤に限定したとき、それが生物や有機物の関わりの中で生成した、あるいは生態系の基盤となる存在として重要であるというイメージは、学生の4割(愛教大理科)から5割(某私大応用生物)程度が持っているようであった(質問5;図3a)。これは逆に、応用生物や理科を専攻しようとする学生なのに4割から5割程度しかそうしたイメージを持っていないという見方もできる。

多くの学生(某私大応用生物の8割弱、愛教大理科の約6割)は、土壤と碎屑物を違うものと理解しているようだ(質問6;図3b)。しかし、違うと回答した学生の中で土壤と碎屑物の違いについて不正解とは言えない回答を記述したのは2割(某私大応用生物)から3割(愛教大理科)程度であった(質問7;図3c,表1)。つまり、学生の多くは土壤と碎屑物を何となく違うものと思っているが、違いについてしっかり述べることはできないようである。興味深いことに、質問7で「不正解」とみなしたものには、土(土壤)を「礫、砂、泥の総称」、「礫、砂、泥などが集まり土になる」、「こまかく見ると礫・砂・泥に分かれる」、「礫、砂、泥はそれぞれ単体(?)で、土はそれらが混ざったもの」などと回答する記述が少なからず見られた。記述の分析では「不正解」と「不正解とは言えない」の客観的な線引きが難しいため、それぞれの割合は算出していない。このように記述した学生は、土壤を「硬い岩石ではない、全体としては軟弱な碎屑物の総称」というイメージで捉えているかもしれない。これが正しければ、このように記述した学生は土壤を土壤学の意味ではなく土質力学的な意味で理解している可能性がある。

5.2. 小学校・中学校理科教育との関連

今回の調査から、学生の多くは土壤(土質学的な意味での土)と碎屑物を何となく違うものと思っているが、それらの違いについてしっかり説明することはできないという実態が見えてきた。今回の調査は愛知県出身者の多い某私大応用生物系学部と教員養成系理科専攻の学生を対象にしたものであり、この調査結果をすぐに全国に拡張することはできない。しかし、愛知県以外の地域で行われた小学生、中学生、高校生、大学生を対象としたアンケート調査結果も同様の結果を示しており(秦, 1993;福田, 2004, 2006, 2010)、土壤と碎屑物の違いがきちんと理解されていないことは全国的な問題である可能性が高い。

こうした現状は、土壤学や理科教育学に関わる研究者や学校教員が長年主張してきた「小学校、中学校、高等学校における土の扱いが体系的・系統的に行われていない」(例えば、福田, 2004;秦・松本, 2010)ことと関係している可能性がある。かつて小学校では3学年理科に「石と土」という単元があった。そこには、

石や土を集めて地面を作っている物質の特徴や性質を調べること、土は場所により手触りや水のしみ込み方に違いがあること、土は小石(礫)や砂、泥などからできていて、その混じり方には場所によって違いがあることなどの内容が含まれていた。しかし「石と土」は1998年(平成10年)の小学校学習指導要領改訂で削除された。その大規模改訂に至るまでにも、土に関する内容は小学校教育から徐々に削減されてきた(平井ほか, 2011;木下, 2016)。その結果、土という言葉や土に関係する内容は理科や生活科などの教科で断片的に扱われるものの、土について系統的に学習する単元がなくなってしまった。中学校も同様で、土に関する内容は理科や技術・家庭科などにあるが、教科間の連携はほとんどなく、土について系統的に扱う内容になっていない(福田, 2010)。一方、高等学校では理科「生物基礎」において、「植生の多様性と分布」の単元で土壤について触れる(文部科学省, 2009)。ここでは土壤の構造と発達過程、植生と生態系との関係などについて扱われる。概略的な扱いに過ぎないが、それでも「土壤は、岩石の風化物や火山灰などの鉱物質と、植物の枯れ葉や脱落した根などの有機物が微生物によって分解されたものからできる」(嶋田ほか, 2016)という内容を学ぶことになる。高等学校理科「地学」でも土壤の内容が扱われる(文部科学省, 2009)。しかし「地学」を開講している高等学校はほとんどない(文部科学省, 2016)。従って、高等学校で生物基礎や地学を学習する機会があれば土質学的な意味での土についてある程度の知識を獲得できると期待されるが、それらの科目を履修できないと、土(土壤)について系統的に学ばないまま学校教育を終えてしまう可能性が考えられる。

今回の調査結果は、相当数の学生が土を土壤学の意味ではなく土質力学的な意味で理解しているらしいことも示唆している。これは土壤と碎屑物の違いをきちんと理解できていない学生が多いこと(上記)との関連が推測されるが、小学校・中学校の学習指導要領(文部科学省, 2008a, d)や教科用図書(教科書)を調べるとその原因の一端が垣間見える。小学校学習指導要領の5学年理科の単元「流水の働き」には、「流れる水には、土地を侵食したり、石や土などを運搬したり堆積させたりする働きがある」という一文がある(ちなみに、5学年理科の学習指導要領の中で土という言葉が用いられているのはここだけである)。この指導要領に従い、例えば大日本図書の教科書(有馬ほか, 2014)では「同じ川でも、流れが速く土地をしん食する上流と、流れがおそく石や土などがたい積する下流では、ようすにちがいがあ」と説明されている。これらの記述は、石と土が異なるものであり、石はおそらく礫を、土はそれ以外の(礫を含まない)比較的細粒で全体として軟弱な物質をそれぞれ指すことを暗示

している。つまり、ここでの土は土壌学的な意味での土とも土質力学的な意味での土とも解釈できる。次に6学年理科の単元「土地のつくりと変化」を見ると、学習指導要領には土地という表現は多用されているが土についての記述はない。教科書には興味深い記述がある。例えば東京書籍の6学年理科の教科書(毛利ほか, 2011)では、同じページ中に次のような記述が認められる:「水のはたらきによって流された土は…」, 「水で土を水そうに流しこむ」, 「れき, 砂, どろなどが, どのように積み重なって, 地層ができるのだろうか」, 「砂やどろを含む土」, 「土を水で流して, 層ができることを調べることができたかな」。ここで礫, 砂, 泥という地質学専門用語が登場しているが, 教科書にはそれらが粒子サイズで分類されることが明記されている。礫, 砂, 泥という専門用語が土という言葉と混在している。ここでの土は, 5学年の教科書の場合と同様, 土壌学的な意味での土とも土質力学的な意味での土(比較的細粒な碎屑物を含む軟弱物質の総称)とも読める。このように, 小学校の学習指導要領と教科書では土の意味をきちんと定義せず, 土壌学的な意味とも土質力学的な意味とも取れる書き方になっている。結局, 「土とは何か?」や「土と碎屑物の違いは何か?」という問いの答えを小学校理科の教科書から読み取ることができない。こうした曖昧な状況は中学校の学習指導要領(文部科学省, 2008d)と教科書でも基本的に同じである。なお, 中学校の学習指導要領にも土についての記述がない(土地や土壤動物という記述はある)。こうした状況を考慮すると, 土(土壤)を土質力学的な意味で認識している学生が相当数いても不思議ではないと筆者は感じる。

先に述べたように, 土には土壌学的な意味や土質力学的な意味など, いくつかの異なる意味がある。理科教育では土をいずれかの意味に限定して教える必要はなく, むしろ学問分野(観点)が異なると同じ言葉でも異なる意味で用いられることを伝えることができればよいと筆者は考えている。その点で, 現在の小学校・中学校理科教育における土の取り扱い是不十分である。土壌学関係者が主張するように, 小学校や中学校段階で土に関する系統的な学びが必要である(ただし土を土壌学的な意味に限定するという意味ではない)。土を土壌学的な意味で扱う場合は, 小学校段階でもその意味を可能な範囲で定義し, 「土じょう」と呼ぶことにすればよいのではないかと。

松井(1977)は土を理科教育の宝庫と称した。学校教育における教材としての土の魅力は, 地学, 生物学, 化学, 物理学の内容がそれぞれ密接に関わっており, 学際的な自然理解の視点を児童・生徒に与えることができることであろう(浅野, 2011)。また, 土の教材化は岩石からどのようにして碎屑物が生成されるかという地質学的プロセスの学びにおいても有効であること

が指摘されている(廣木ほか, 2016)。初等・中等教育に土の系統的な学びの機会を取り入れることは, 日本の大学生に限らず広く国民の自然理解の向上に寄与すると期待される。土の教育は長年, 土壌学関係者が中心になり推進に向けて努力してきたが, 土壌学以外の分野(例えば, 地質学, 生態学, 理科教育学など)でも研究者・教育者が土の教育の重要性を認識し, 初等・中等教育で土の教育の推進に向けて連携と協力体制を築くことが重要と考えられる。

6. 結論

某私大応用生物の学生153名と愛教大理科の学生133名(いずれも主に1年生)を対象に土に関するアンケート調査を行った結果, いくつかの興味深い知見を得た。土を土壤に限定したとき, それが生物や有機物の関わりのなかで生成した, あるいは生態系の基盤となる存在として重要であるというイメージは, 半数程度の学生しか持っていないようであった。また, 学生の多くは, 土壤と碎屑物を何となく違うものと思っているが, 違いについてしっかり述べることはできないようであった。こうした結果は, 小学校, 中学校, 高等学校における土の扱いが体系的・系統的に行われていないことと関係している可能性がある。

今回の調査結果は, 相当数の学生が土を土壌学の意味ではなく土質力学的な意味で理解しているらしいことも示唆している。これは, 小学校と中学校の学習指導要領と教科書が土の意味をきちんと定義せず, 土について土壌学的な意味とも土質力学的な意味とも取れる書き方になっていることと関係している可能性がある。

土にはいくつかの異なる意味があるため, 理科教育では学問分野(土壌学, 土質力学など)が異なると土という同じ言葉でも異なる意味で用いられることを児童・生徒に伝えることができればよいと筆者は考える。その点で現在の小学校・中学校理科教育における土の扱いは不十分である。土を土壌学的な意味で扱いたいときは, 小学校段階でもその意味を可能な範囲で定義し, 「土じょう」と呼ぶことにすればよい。

7. 謝辞

名古屋大学大学院生命農学研究科の星 理絵氏には文献収集でお世話になった。本研究の一部にはJSPS科研費(17K05680)を使用した。

8. 文献

有馬朗人ほか42名(2014)新版たのしい理科5年. 大日本図書, 168 p.

- 浅野眞希 (2011) 日本における土壌教育の現状と課題. 第四紀研究, **50** (5), 221-230.
- 福田 直 (2004) 初等・中等教育段階における土壌教育の現状と課題. ペドロジスト, **48** (2), 109-116.
- 福田 直 (2006) わが国における小学校・中学校・高等学校の土壌教育の現状と展望. 日本土壌肥料学雑誌, **77** (5), 597-605.
- 福田 直 (2010) 土壌教育の課題と改善の試み. 地理, **55** (3), 22-30.
- 秦 明德 (1993) 学習者の「土」の理解に関する一考察. 日本理科教育学会研究紀要, **34** (2), 53-60.
- 秦 明德・松本一郎 (2010) 理科における土教材開発の視点. 島根大学教育臨床総合研究, (9), 111-122.
- 東 照雄・平井英明・田中治夫・菅野均志・山本広基・福田直・福田恵・松本一郎・藤本順子 (2006) 土と向き合って: 土壌教育の重要性を考える. 日本土壌肥料学雑誌, **77** (4), 451-456.
- 平井英明・篠崎亮介・星野幸一 (2011) 小学校理科, 社会科および生活科の学習指導要領における土の取り扱い方の変遷と小学校理科における土の学習内容の提案. 日本土壌肥料学雑誌, **82** (1), 52-57.
- 廣木義久・藤井宏明・平田豊誠 (2016) 中学生に岩石の風化作用による土砂形成を理解させるための土に関する授業: 花崗岩の風化物(マサ)を使用して. 地学教育, **68** (3), 119-128.
- 木下邦太郎 (2016) 小学校段階における「土地のつくり」に係る内容の変遷と都市部における野外観察地の変貌と現状. 帝京短期大学紀要, (19), 41-54.
- 久馬一剛 (2005) 土とは何だろうか? 京都大学学術出版会, 299 p.
- 松井 健 (1977) 理科教育の宝庫「土」に学ぶ. 理科教室, **20** (7), 6-12.
- 文部科学省 (2008a) 小学校学習指導要領. 文部科学省, http://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/micro_detail/_icsFiles/afieldfile/2010/11/29/syo.pdf.
- 文部科学省 (2008b) 小学校学習指導要領解説理科編. 文部科学省, http://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/micro_detail/_icsFiles/afieldfile/2010/12/28/1231931_05.pdf.
- 文部科学省 (2008c) 小学校学習指導要領解説生活編. 文部科学省, http://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/micro_detail/_icsFiles/afieldfile/2009/06/16/1234931_006.pdf.
- 文部科学省 (2008d) 中学校学習指導要領. 文部科学省, http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/new-cs/youryou/chu/_icsFiles/afieldfile/2010/12/16/121504.pdf.
- 文部科学省 (2009) 高等学校学習指導要領解説理科編. 文部科学省, http://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/micro_detail/_icsFiles/afieldfile/2010/01/29/1282000_6.pdf.
- 文部科学省 (2016) 平成27年度公立高等学校における教育課程の編成・実施状況調査の結果について. 文部科学省初等中等教育課程課, http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/new-cs/_icsFiles/afieldfile/2016/03/11/1368209_02.pdf.
- 毛利 衛・黒田玲子ほか20名 (2011) 新しい理科6. 東京書籍, 176 p.
- 長倉三郎・井口洋夫・江沢 洋・岩村 秀・佐藤文隆・久保亮五 (1998編) 岩波理化学辞典第5版. 岩波書店, 1872 p.
- Neuendorf, K. K. E, Mehl, J. P., Jr. and Jackson, J. A. (2005 eds.) *Glossary of Geology, Fifth Edition*. American Geosciences Institute, Alexandria, Virginia, 779 p.
- 日本土壌肥料学会 (2010) 私たちの研究対象とする土壌と土(中間まとめ). 日本土壌肥料学会, <http://jssspn.jp/file/tuchoteigiv2.pdf>.
- 日本土壌肥料学会「土のひみつ」編集グループ (2015編) 土のひみつ. 朝倉書店, 212 p.
- 新村 出 (1998編) 広辞苑第五版. 岩波書店, 2988 p.
- 嶋田正和ほか14名 (2016) 改訂版生物基礎. 数研出版, 232 p.

(2017年8月18日受理)