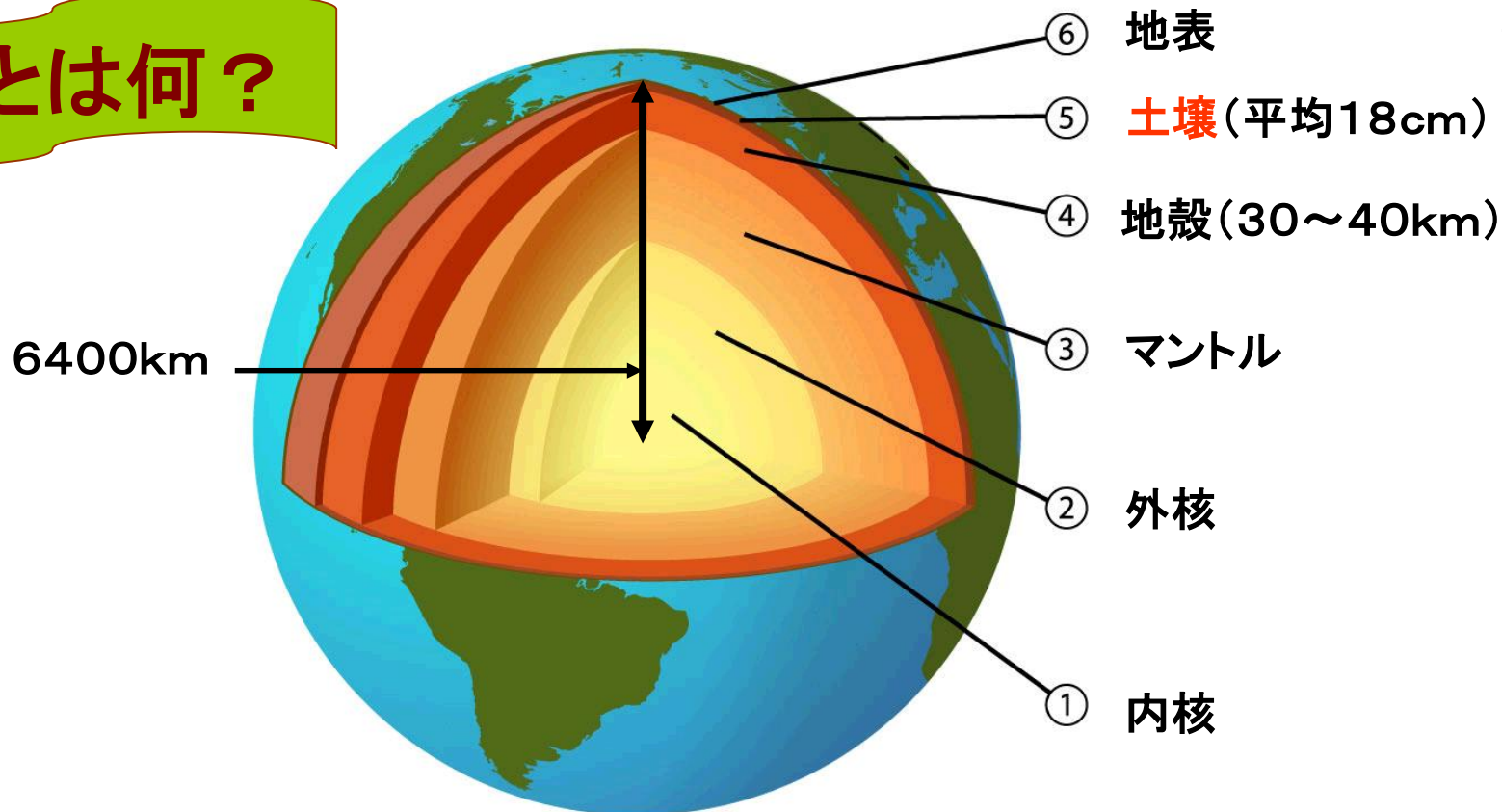


2. 土壌ってどんなもの？

- 1) 土壌の生成 2) 三相分布
- 3) 土壌の構成成分 4) 土壌の構造
- 5) 土性 6) 土壌水分
- 7) 土壌空気 8) 土壌の種類

土壌とは何？

2



地球は半径およそ6,400kmの球体で、陸地の地表からおよそ30~40kmの厚さで覆われている部分が**地殻**であり、**土壌**はこの**地殻表面の数cm**からせいぜい**数mの厚さ**で、全地球平均で18cmの厚みしかない。

土壌はちょうど人間の皮膚のようなもの(薄皮)とみなされ、ここで生命が営まれ、常にいろいろな物質が合成・分解されている。

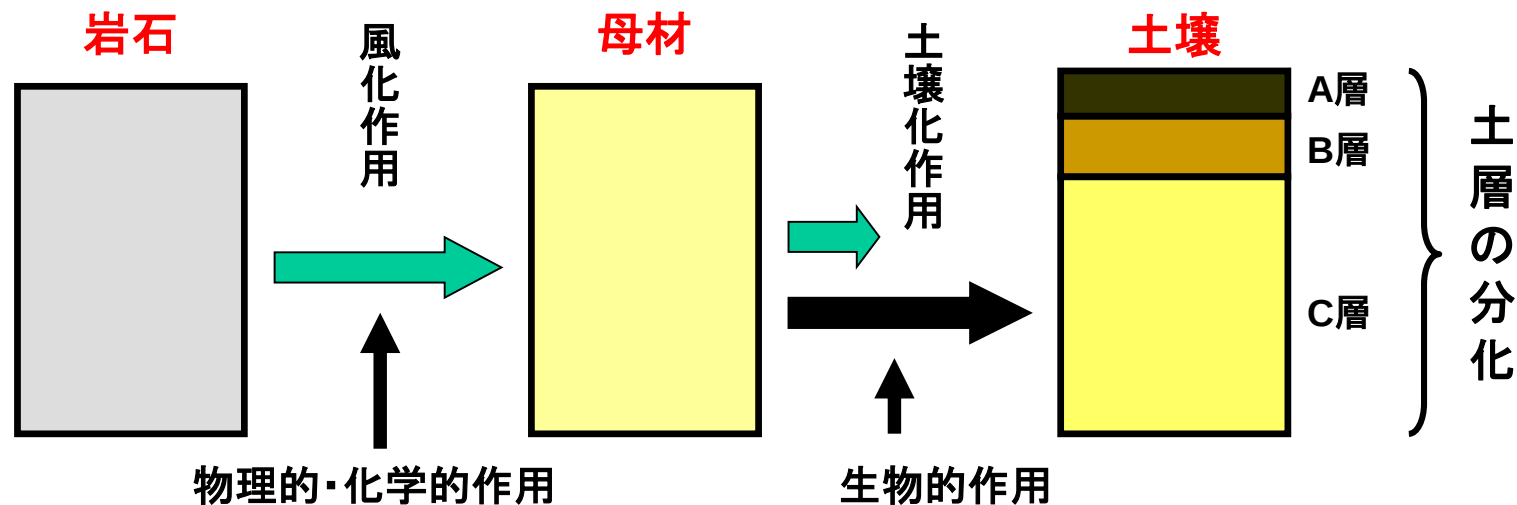
土壌はわれわれに農業を営み恵みをもたらしてくれる貴重な場である。

土壌の生成

土壌の主な材料は岩石で、外界の温度や乾湿の変化など**非生物的な崩壊**による**母材の生成(風化)**と、そこに生息する**生物の営みの影響を受けた変化(土壌化)**が相まって、長い時間を経て作りだされたものが土壌である。

骨格である母材、気候条件、堆積様式、水や生物の影響度の違いにより性質の異なる層が形成される**(土層の分化)**。

この間に、粘土の生成や有機物の集積が起こって、土壌のいろんな機能が付与されている。

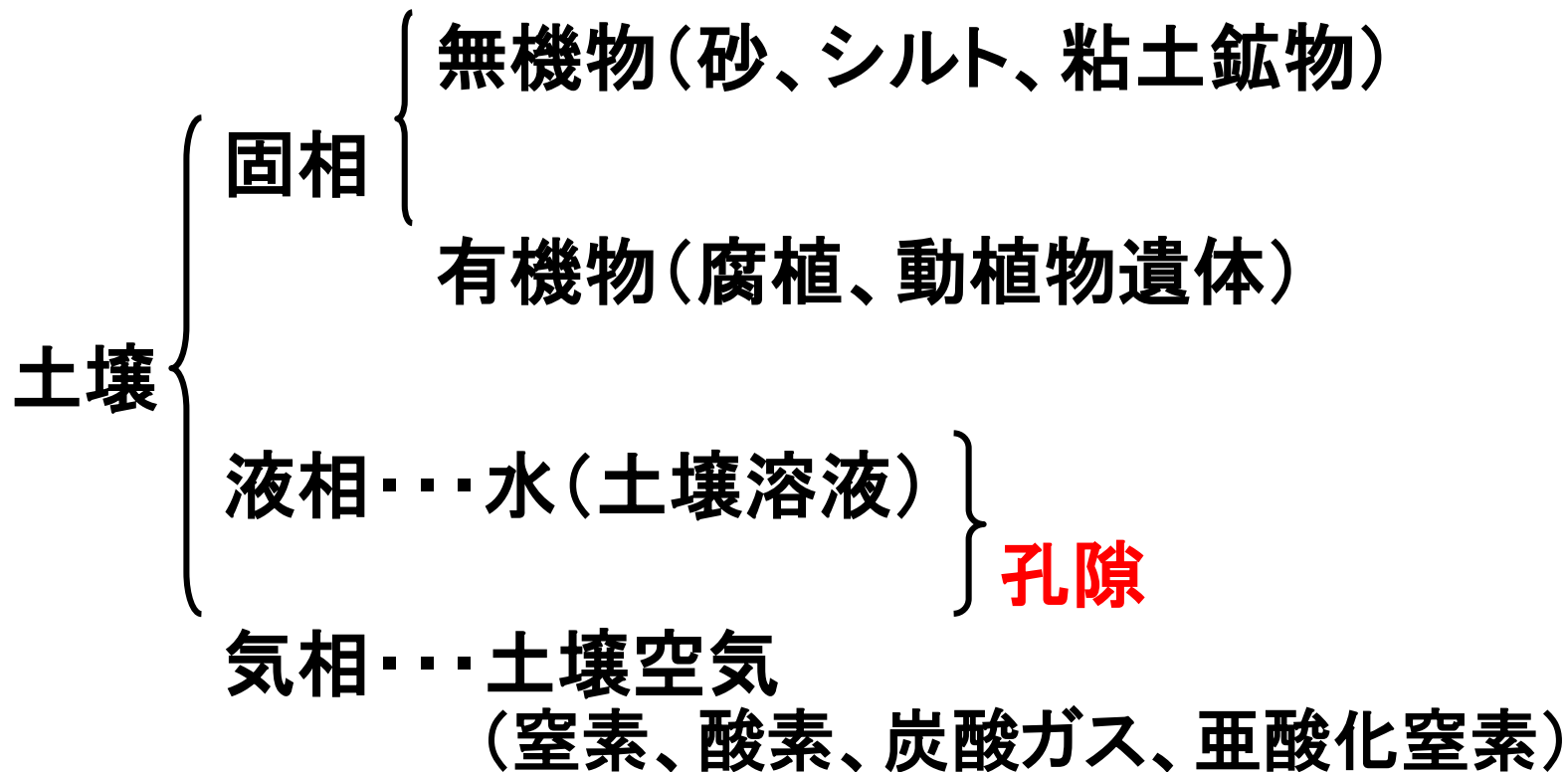


大気(酸素)、水(雨水)、熱(温度)の作用で含有成分の溶出や粘土の生成が生じる

植物の繁茂と微生物などによる分解で有機物が蓄積する

土壌の三相

土壌は**固相**、**液相**、**気相**からなり、これを土壌の三相と呼ぶ。その三相の割合を**三相分布**といい、作物の成育(根の伸長)に大きく影響する。土壌の**孔隙**は**気相**と**液相**で占められている。



土壌中の無機成分(鉱物)

二次鉱物(粘土鉱物)

岩石 → 粗砂 → 細砂 → シルト → 粘土 に変化

>2mm > 0.2mm > 0.02mm > 0.002mm

- 一般的に、**粒径 20μ (0.02mm)以上(細砂以上)の粒子**は大部分が直接母岩に由来する**一次鉱物**であり、 **0.2μ 以下(細粘土)**はすべて**二次鉱物(粘土鉱物)**である。 $20\sim 0.2\mu$ (シルトと粗粘土)には、一次、二次鉱物の両方が混在している。
- **一次鉱物は、結晶型も化学組成も母岩中の鉱物のままであるが、二次鉱物は風化作用を受けていて、その結晶構造・化学組成は母岩の鉱物とは全く異なる。**
- 二次鉱物では砂やシルトの中の成分が溶けて、ケイ酸とアルミニウムが再結合し結晶化し(加水分解・酸化)、反応性に富み、表面積が広い。(1gの粘土の総表面積は500畳に相当する。)
- そのため、養分や有機物との結合媒体、養水分供給基地、土の構造維持、化学反応の場などとして**機能**している。(シルトは活性が低い。)

土壌中の無機成分(粘土鉱物)

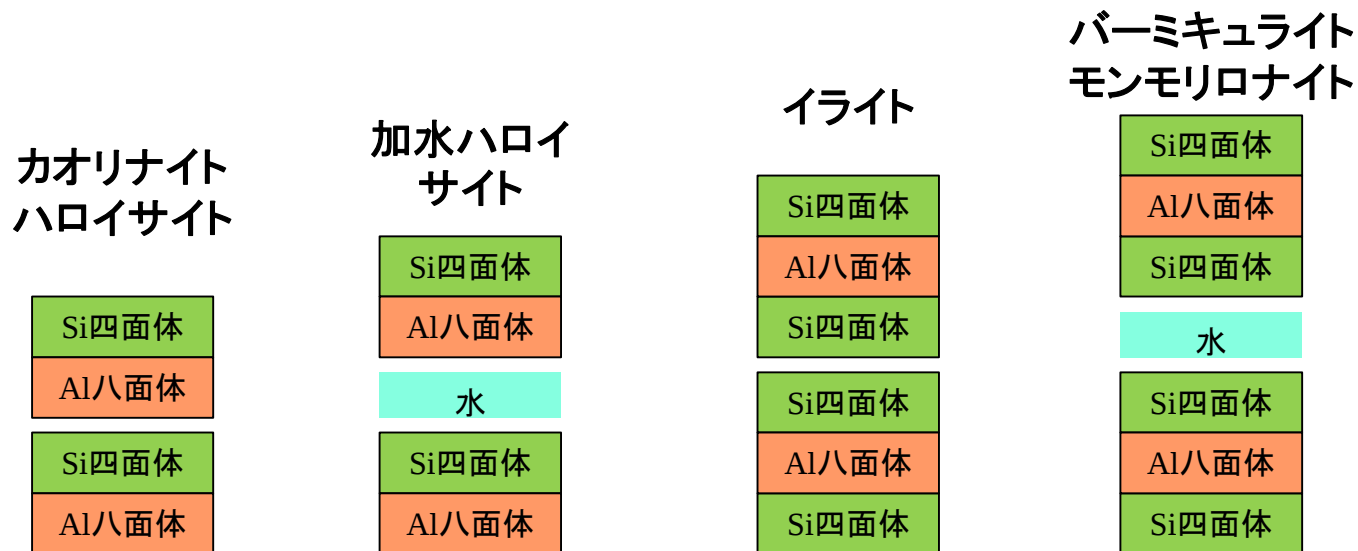
- 土壌生成過程では母材となる岩石が崩壊し微小な粒子と変化するが、一般的に、粒子の大きさにより粗砂、細砂、シルト、粘土に分けられている。

岩石 → 粗砂 → 細砂 → シルト → 粘土
 >2mm > 0.2mm > 0.02mm > 0.002mm

- 粗砂～シルトまでは結晶型も化学組成も母岩中の鉱物のままであるが、粘土鉱物は風化作用を受けていて、その結晶構造・化学組成は母岩の鉱物とは全く異なる。
- 粘土鉱物では砂やシルト中の成分が溶けて、ケイ酸とアルミニウムが再結合・結晶化し(加水分解・酸化)、反応性に富み、表面積が広い。(1gの粘土の総表面積は500畳に相当する。)
- そのため、養分や有機物との結合媒体、養水分供給基地、土の構造維持、化学反応の場などとして機能 している。(シルトは活性が低い。)

粘土鉱物の構造

- **粘土鉱物の基本構造**は、ケイ素と酸素からなる**四面体層**と、アルミニウム、酸素、水酸基からなる**八面体層**からつくられている。四面体層と八面体層が**1:1のカオリナイト**、**2:1のモンモリロナイト**などが代表的な粘土鉱物である。
- **粘土は平板状で、粒子が非常に小さく、膨潤・収縮**するため、砂やシルトを結合させたり、適当な孔隙を作ったりして、**土壌の物理性をよくする**。それに必要な粘土含量は**最低12~14%**といわれている。
- 粘土含量が**極端に多くなると、排水不良や耕うん碎土が困難**で扱いにくい土壌になる。一方、粘土が**少ないと、保水力が減じ、侵食を受けやすくなる**。



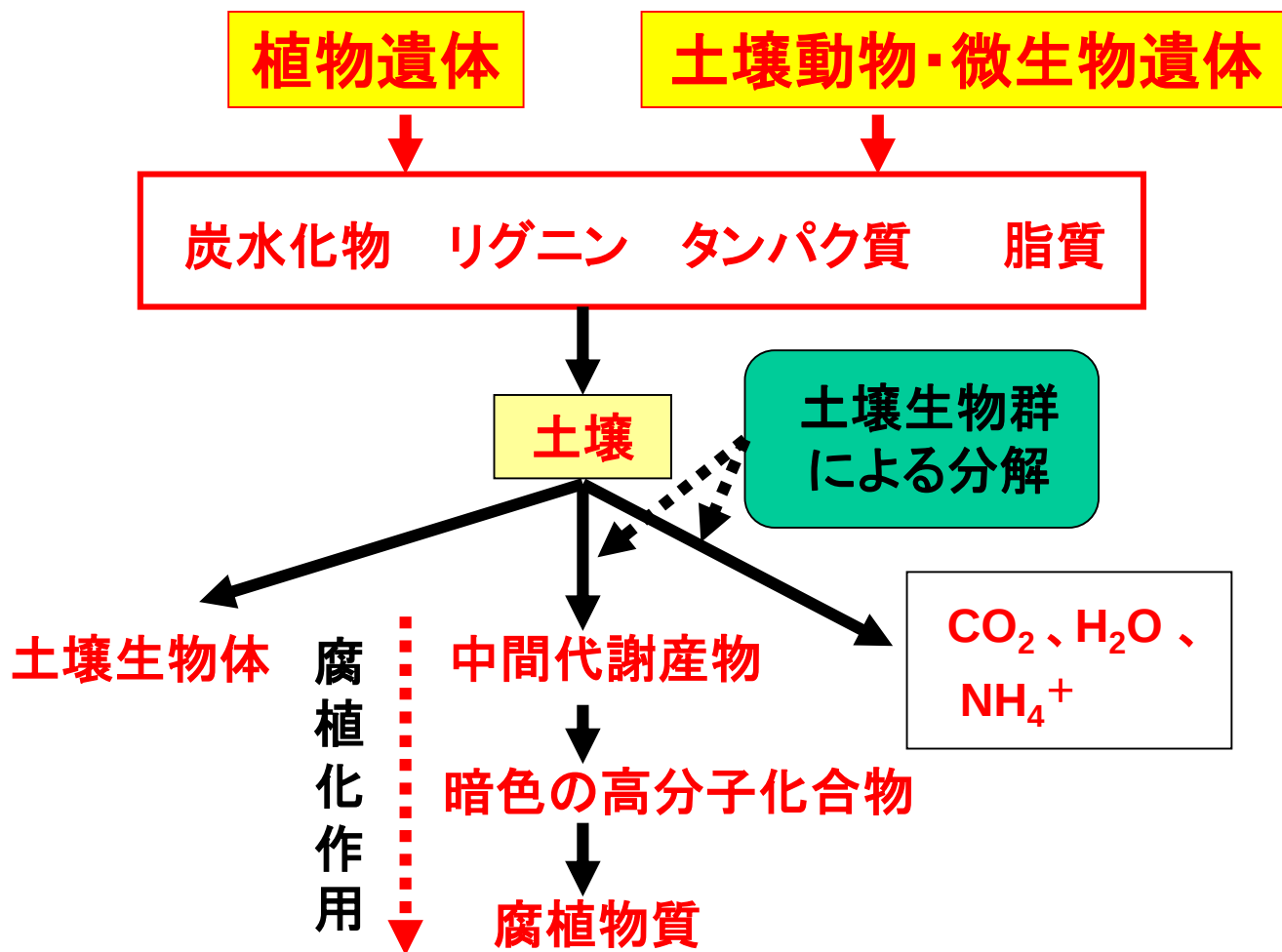
1:1型鉱物

2:1型鉱物

土壌有機物と腐植

- 土壌中には、動植物および微生物の遺体が、新鮮な有機物としてたえず供給されている。
- これら有機物の構成成分であるタンパク質、リグニン、脂質などは土壌生物群により分解を受け、各種の中間代謝生産物を経て、かなりの部分は二酸化炭素、水、アンモニアなどの無機物になる。
- 残りの部分の一部の中間代謝物であり、これらは土壌固有の有機物である暗色の高分子化合物に変化していく。このような腐植物質が生成していく過程を腐植化作用という。
- 土壌有機物には、生きている生物体、上記の暗色物質および分解過程にある生物遺体が含まれるが、通常、生きている生物体を除いたものを広義の腐植、暗色高分子化合物を狭義の腐植とよんでいる。

腐植化過程模式図



土壌微生物の種類、土壌水分、土壌pH、通気性（好気的か、嫌気的か）などによって有機物の分解過程は大きく変化する。

腐植の機能—1

物理性に及ぼす影響

- ①腐植は、**団粒形成に不可欠**の成分である。
- ②微小団粒(二次粒子)は、腐植化の進んだ腐植物質、粘土鉱物および鉄、アルミニウムの酸化物、カルシウムなどが結合した複合体であり、これらが微生物の分泌した年質の多糖類、糸状菌の菌糸、未熟な腐植などによって接着されて、大型の団粒が形成される。
- ③団粒構造ができると、土壌の透水性、通気性を良好にして根の伸長を助け、耕うんを容易にする。また、保水性の向上にも貢献する。
- ④団粒構造は耕うん作業などによって崩壊するので、団粒構造を維持増進させるためには、有機物施用により微生物の活動を高め、団粒形成要因を増大させる必要がある。
- ⑤団粒の形成・維持増進には、腐熟の進んだ有機物、易分解性有機物の施用が有効。

腐植の機能ー2

化学性に及ぼす影響

- ①無機養分の給源：腐植は土壤中で徐々に分解して、窒素、リン、カリウム、硫黄、カルシウム、マグネシウム、ホウ素など、**多量要素から微量要素まで**多くの養分を放出して作物に供給する。とくに、窒素は緩効的に供給され、**地力窒素**としての意義は大きい。
- ②腐植の養分を保持できる能力**陽イオン交換容量(CEC)**は、粘土の数倍から数十倍も大きく、表土では全交換容量の1/3～1/2が腐植に由来している。しかし、腐植の交換基は1価の陽イオンを吸着・保持する力が2:1型鉱物に比べて弱い。
- ③腐植は多数の弱酸基をもつため土壤の緩衝能(力)に大きく寄与している。
- ④腐植物質には作物の生育促進機能がある。
- ⑤腐植は**キレート化合物**を含み、これが土壤中の**活性アルミニウムと結合**して、その有害性を抑え、リン酸の土壤による固定を妨げてリン酸の肥効を高める。また、微量元素である**重金属を可溶化するなど養分の有効化を促進**する。

腐植の機能ー3

生物性に及ぼす影響

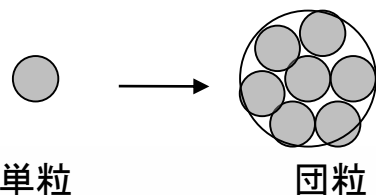
- ①土壌中には動植物の遺体や腐植物質など多様な形態の有機物がそんざいするし、多くの土壌動物や微生物に**栄養源とエネルギー源**を与える。
- ②また、腐植量が多いと、窒素固定菌など各種の**有用生物を増殖**させてその活性を増大させる。

作物の生産性に及ぼす影響

- ①腐植は作物の代謝調節機能をもっており、干ばつ、過湿、酸素不足、日照不足、養分過不足などの**不良条件下で起きる作物の生育低下を軽減**する働きがある。

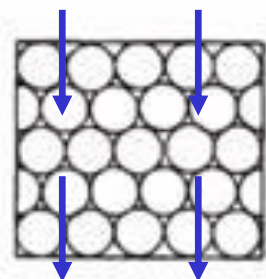
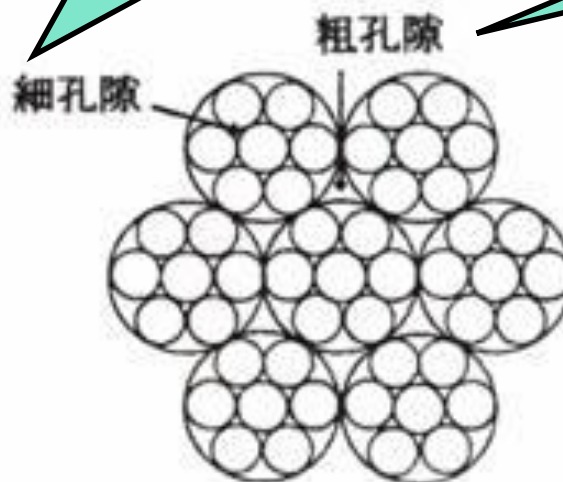
土壌の構造

土壌の微細構造 (2mm以下)



毛管孔隙とも呼ばれ、
水分が保持される

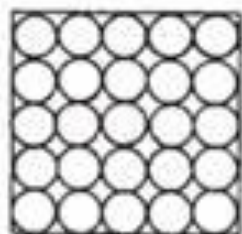
非毛管孔隙で、水・空
気の通路となり、排水
性、通気性に関与する。



水・空気が通り難い

(a)

孔隙の量=25.95%

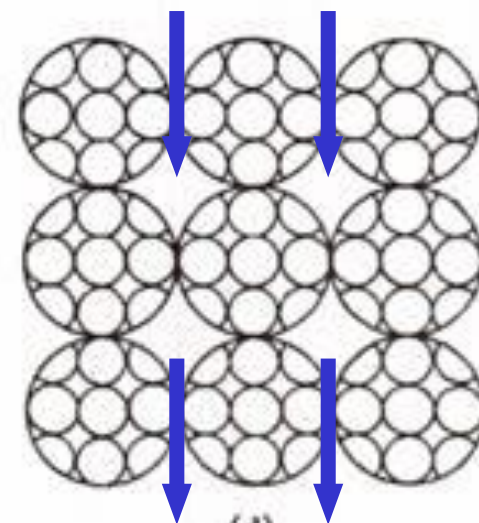


(b)

47.64%

(c)

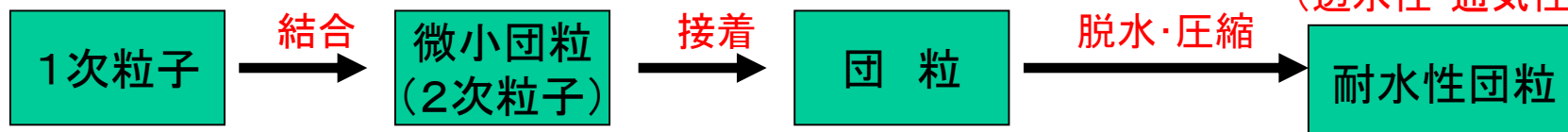
45.17%



(d)

72.58%

水・空気が通りやすい
(透水性・通気性が良好)



腐食質、AL、Feの加水
酸化物、ケイ酸ゲル

根の腐敗物、カビの菌糸、
細菌や根からの粘質物

生きてる根

土性

- 土壌には植物遺体や腐植など有機物も含まれるが、一般的には固体の構成物質の80～90%以上は鉱物質で占められている。
- 土壌中の鉱物粒子は、**粒径によって**、**れき(2mm以上)**、**砂(2～0.02mm)**、**シルト(0.02～0.002mm)**、**粘土(0.002mm以下)**に分けられる。これら各粒径区分の分布割合による土壌の分類を**土性**という。
- 粒径組成は土壌の最も基本的な性質であり、物理性・化学性のいずれにも、また耕起の難易、作物の生育にも密接な関係を持っている。

適度な水分を与えてこねた時の感触	ザラザラした砂だけの感じ	大部分が砂でわずかに粘土を感じる	砂と粘土が半々含まれている感じ	粘土を強く感じるが砂を含んでいる	大部分が粘土で砂を感じない
土 性 (記 号)	砂 土 S	砂 壤 土 SL	壤 土 L	埴 壤 土 CL	埴 土 C
簡易な判定法	全く塊にならない	弱い塊になるが棒状にならない	鉛筆程度の太さの棒状にできる	マッチ棒程度の太さの棒状にできる	コヨリのように細長く伸ばすことができる

土壌水分

- 土壌の**孔隙**は水分(**液相**)と空気(**気相**)で満たされている。
- 土壌水分は、植物の給水とともに、養分の溶解、吸収のために不可欠。
- 土壌水分は、植物の根、土壌微生物、土壌動物など生物系に及ぼす影響が大きい。土壌硬度や通気性にも影響を及ぼす。
- **土壌水分が多い場合**は、地表流去や浸透による養分の溶脱、流亡を引き起こし、土壌空気部分が少なくなるために、湿害を派生させる。逆に、**水分不足**は作物の萎れや枯死を招く。
- 作物が土壌中の水を吸収利用する難易は、水が土壌に吸着保持される強さで決まる。
- この強さを表す単位は、気圧(Pa)や水柱の高さ(cm)で表され、水柱の高さ(cm)の対数で表したものを**pF**と呼び、土壌水の分類の境界点や土壌の水分保持力を示すのに用いられる。

土壌水分のあらわし方

- 一般的には、水分の表し方は単位当たりの重量や体積に含まれる水の量で表す。

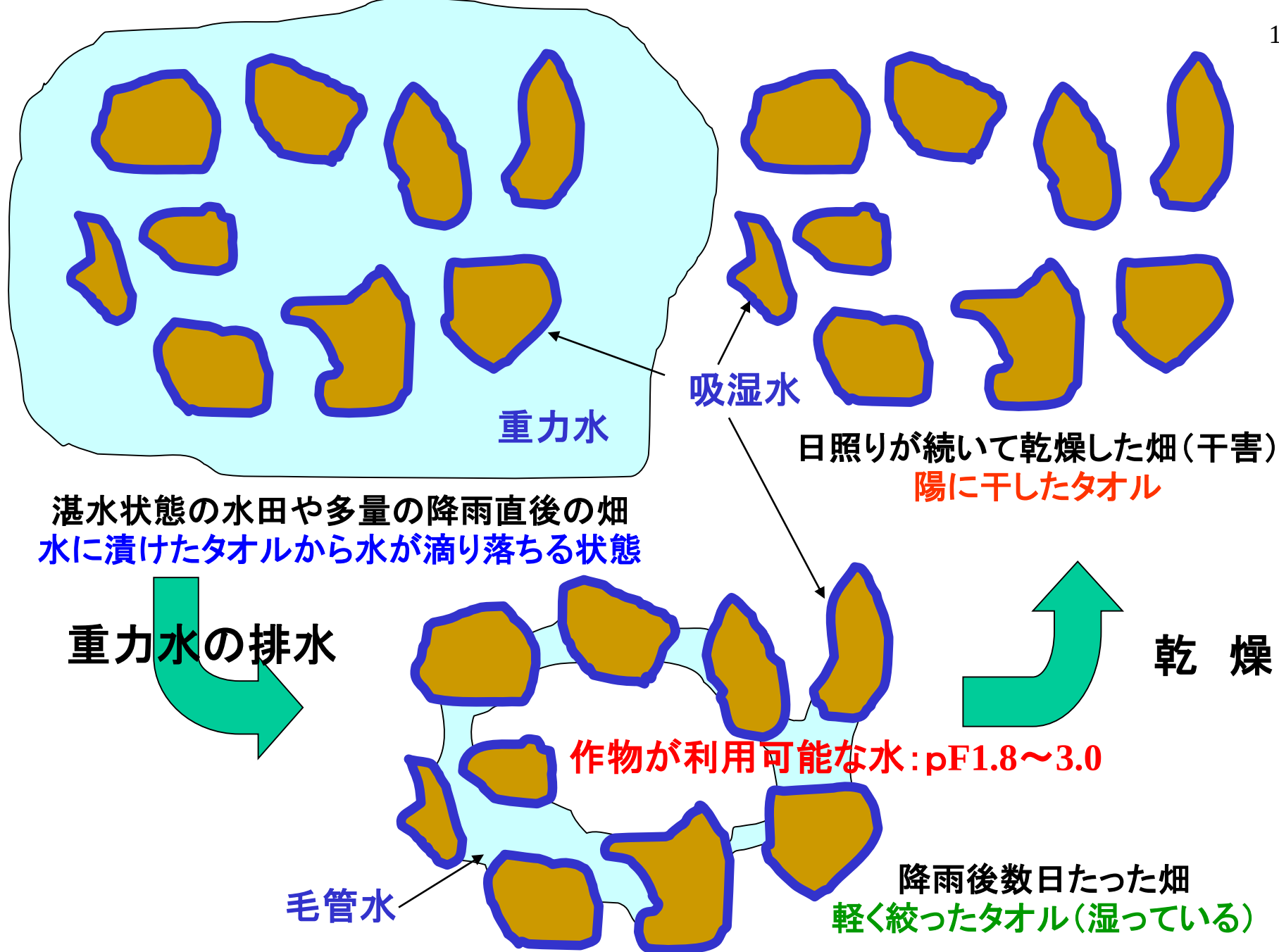
例えば、玄米の水分は玄米100g中の水のg数を測り、%で表す。「水分14%に調整する」など。

- 土壌水分はこれと同じ方法では都合が悪い。

砂土の水分30%と黒ボク土の30%は全く条件が異なる。砂土では過湿、黒ボクでは乾燥状態である。

- 土壌中での水の動きや作物の利用しやすさなどがわかるように表現する。

そのため、水と土壌粒子との結合力で表す。これを水分張力といい。pFで示す。



土壌の空気

- **土壌の空気(気相):** 土壌生物の呼吸による影響を強く受けている。土壌空気の組成は、大気とは著しく異なる。
- **作物根の生育には酸素が必要:** 酸素の供給量が少ないと、根の発達が阻害される。土壌空気の酸素濃度が低下すると根重割合は比例的に低下するが、その度合いは作物によって異なる。
- **土壌空気と大気との交換:** 気相率が大きいほど早い。
- 気相率が小さくなると、作物根の伸長も抑制される。

	大気の組成	土壌空気の組成
窒素 N ₂	78 (vol.%)	75～90 (vol.%)
酸素 O ₂	21	2～21
炭酸ガス CO ₂	0.03	0.1～10
相対湿度	30～90 %	約100 %

土壌の種類と特徴

土 壌 群	水田	普通畑	樹園地	合計比率 (%)
岩屑土	0.0	0.4	2.0	0.3
砂丘未熟土	0.0	1.2	0.5	0.5
黒ボク土	0.6	51.0	19.7	19.9
多湿黒ボク土	9.6	5.4	0.6	7.5
黒ボクグライ土	1.5	0.1	0.0	0.9
褐色森林土	0.2	14.6	38.3	8.1
灰色台地土	2.7	2.3	1.8	2.5
グライ台地土	1.4	0.2	0.0	0.8
赤色土	0.0	1.1	4.4	0.7
黄色土	5.1	5.8	20.2	6.5
暗赤色土	0.0	0.6	1.5	0.3
褐色低地土	5.0	11.2	7.5	7.4
灰色低地土	36.8	3.7	2.9	22.5
グライ土	30.6	1.1	0.5	17.8
黒泥土	2.6	0.1	0.0	1.5
泥炭土	3.9	1.6	0.0	2.8
その他	0.0	0.2	0.0	0.0
計	100	100	100	100
面積(万ha)	289	179	38	506

黒ボク土・多湿黒ボク土： 火山灰を母材とする土壌で、有機物含量の高い黒い層と有機物の少ない黄褐色の土層が積み重なっている。耕土は深く、養分供給が持続的に続き、保水性も高いので葉菜類や根菜類・いも類の栽培に適する。

褐色森林土： 概して粘土質の土壌が多いが、砂岩由来のものは砂質。温暖多雨の影響を受けて養分が溶脱されている。畑地、樹園地としての利用が多い。

黄色土： 有機物含量が低く、保肥力、保水力に劣る。粘質で密な層が見られ、乾燥すると固まりやすい。樹園地としての利用が多い。

灰色低地土・グライ土： 低地の土壌のうち、地下水の影響が比較的大きい土壌で、主に水田利用されている。地下水面が浅いグライ土は酸素が少なく青灰色を呈する。

地形と土壌分布

20

