異常気象時代の管理

（芝生の管理に必要な土壌学・肥料学）

2022年1月27日北海道大学学術交流会館

北海道グリーン研究会研修会

株式会社ヒューエンタープライズ

異常気象による芝生への影響

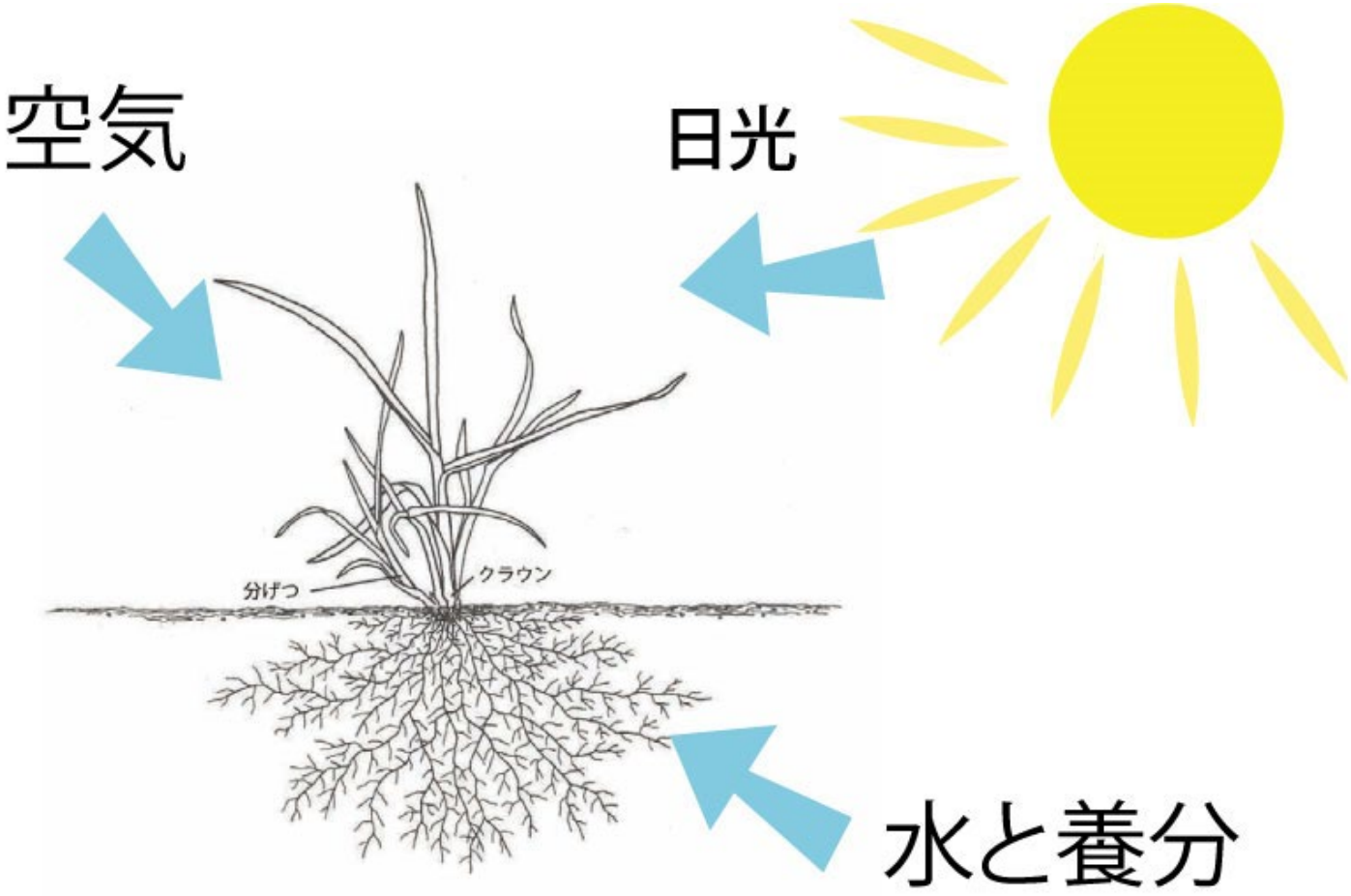
温度 （気温）	高温	寒地型芝生の生育条件を超える
	低温	凍害、低成長での障害
湿度 （水分）	多雨	土壌水分飽和、日照不足、土壌流出崩壊
	干ばつ	乾燥害、水源の枯渇

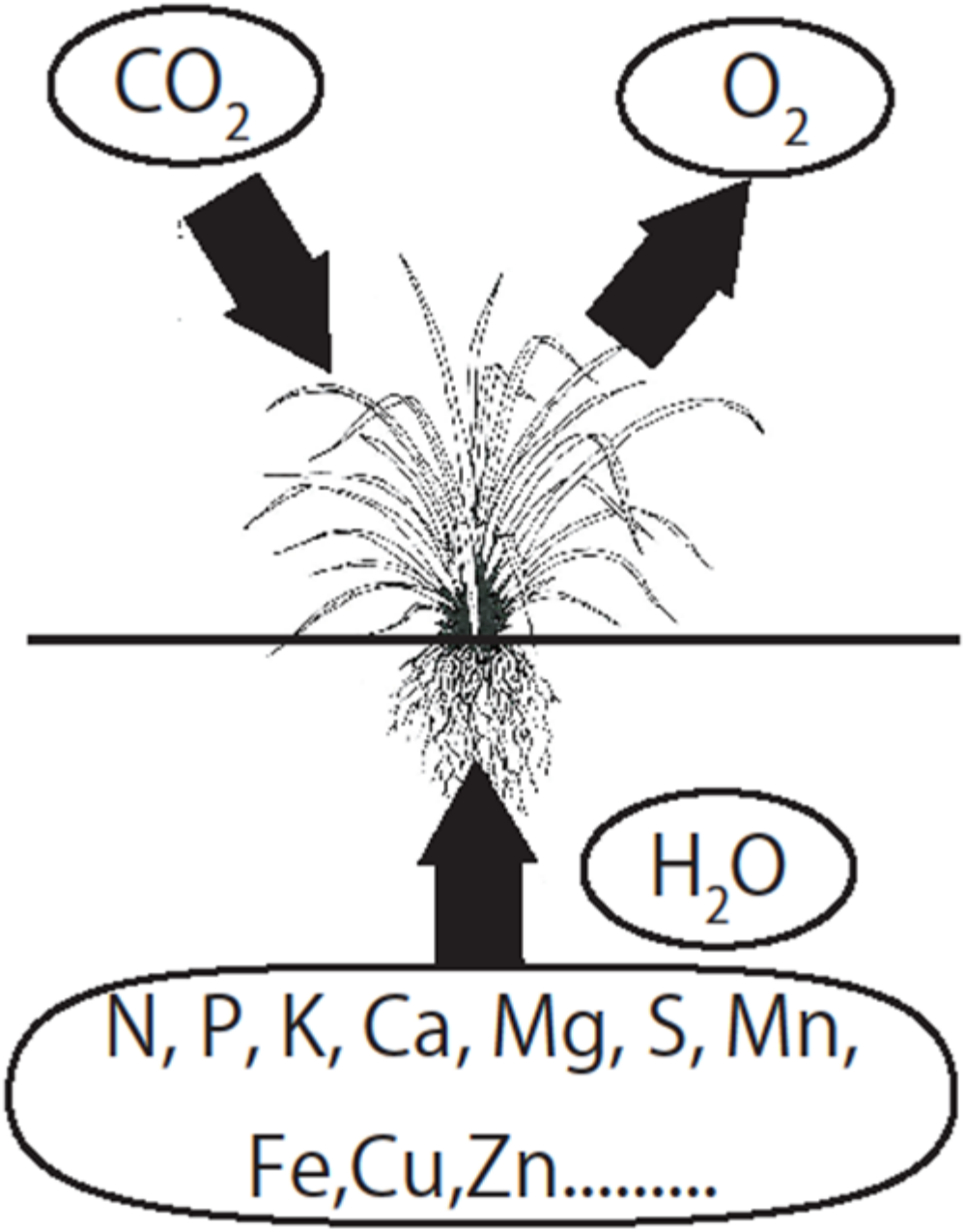
基本の確認

植物の成長に必要なもの？

- 太陽光
- 空気
- 水
- 養分

植物成長に必要なもの




CO_2
O_2
H_2O
N, P, K, Ca, Mg, S, Mn,
Fe,Cu,Zn.....

空気

窒素	N_2	78.08%
酸素	O_2	20.94%
アルゴン	Ar	0.934%
二酸化炭素	CO_2	0.032%

陽イオンと陰イオン

養分	元素記号	通常植物によって吸収されるイオン形態
窒素	N	NO_3^-,NH_4^+
リン	P	$H_2PO_4^-$,HPO_4^{2-}
カリウム	K	K^+
カルシウム	Ca	Ca^{2+}
マグネシウム	Mg	Mg^{2+}
硫黄	S	SO_4^{2-}

芝生の能力を
最大限に利用する

対策

解決！

現状分析

問題点

あるべき姿

草種の選択

表３／６　よく利用される芝草の高温耐性の比較

高い

トールフェスク	ゾイシアグラス
クリーピングベントグラス	バミューダグラス
ケンタッキーブルーグラス	シーショアパスパラム
コロニアルベントグラス	バッファローグラス
ファインフェスク	センチピードグラス
ペレニアルライグラス	セントオーガスチングラス
ラフブルーグラス	バヒアグラス

低い

表３／７　よく利用される芝草の乾燥耐性の比較

高い

ファインフェスク	バッファローグラス
トールフェスク	シーショアパスパラム
ケンタッキーブルーグラス	バミューダグラス
ペレニアルライグラス	ゾイシアグラス
コロニアルベントグラス	バヒアグラス
クリーピングベントグラス	セントオーガスチングラス
ラフブルーグラス	センチピードグラス

低い

表３／５　よく利用される芝草の低温耐性の比較

高い	クリーピングベントグラス	バッファローグラス*
↕	ラフブルーグラス	ゾイシアグラス*
	ケンタッキーブルーグラス	バミューダグラス*
	コロニアルベントグラス	シーショアパスパラム
	ファインフェスク	バヒアグラス
	トールフェスク	センチピードグラス
低い	ペレニアルライグラス	セントオーガスチングラス

高温下の問題

高温下の弱点
（寒地型芝・C3）

- 強光下（高温）になるとルビスコが働かなくなり二酸化炭素を取り込めなくなる【光呼吸】
- 土壌温度が上がると根の生育が制限される

高温下の問題

問題	発生理由or問題	対策
病害・虫害・こけ・藻	過剰な土壌表面の水分、有機物	土壌有機物と土壌水分の管理
土壌有機物の分解	脱窒、過剰な養分、硝酸化	土壌の有機物の管理
ドライスポット	疎水性土壌	適正な浸透剤の使用、土壌有機物の管理
土壌温度の上昇	根の衰退、蒸散作用の減少、水分・養分吸収の障害	土壌孔隙の維持
散水方法	過剰散水による土壌中の空気減少、根の生長障害、養分流亡	土壌水分計による適正な水分の維持、
施肥管理	硝酸化、脱窒、流亡、揮散	適正適量な肥料の施肥

芝生の成長と温度

(℃)	寒地型		暖地型	
芝の状態	気温	土壌温度	気温	土壌温度
高温枯死	55		>60	
茎葉生育限界	32		49	
根部成長限界		21～24		
栽培適温	24～27	15～21	27～32	21～27
茎葉成長適温	15～25		27～38	
根部成長適温		10～18		24～29
最低茎葉成長	4.4		13	
最低根部成長		0.6		1.7～10

土壌温度の維持

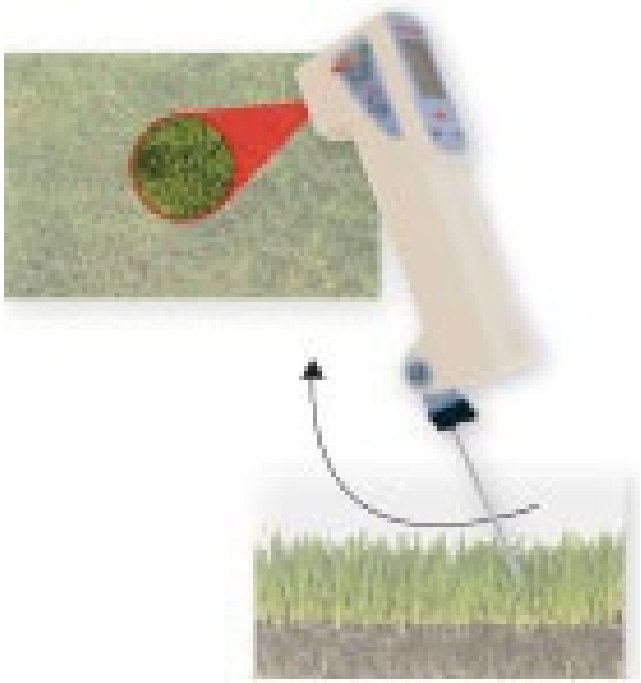
- 夏場の土壌表面は50℃を超える
- 裸地の方が地表面の温度は高い
- 水は空気の20倍温度を伝えやすい
- 水の温度は下がりにくい
- 土壌の空気は大気と入れ替わる

蒸散作用

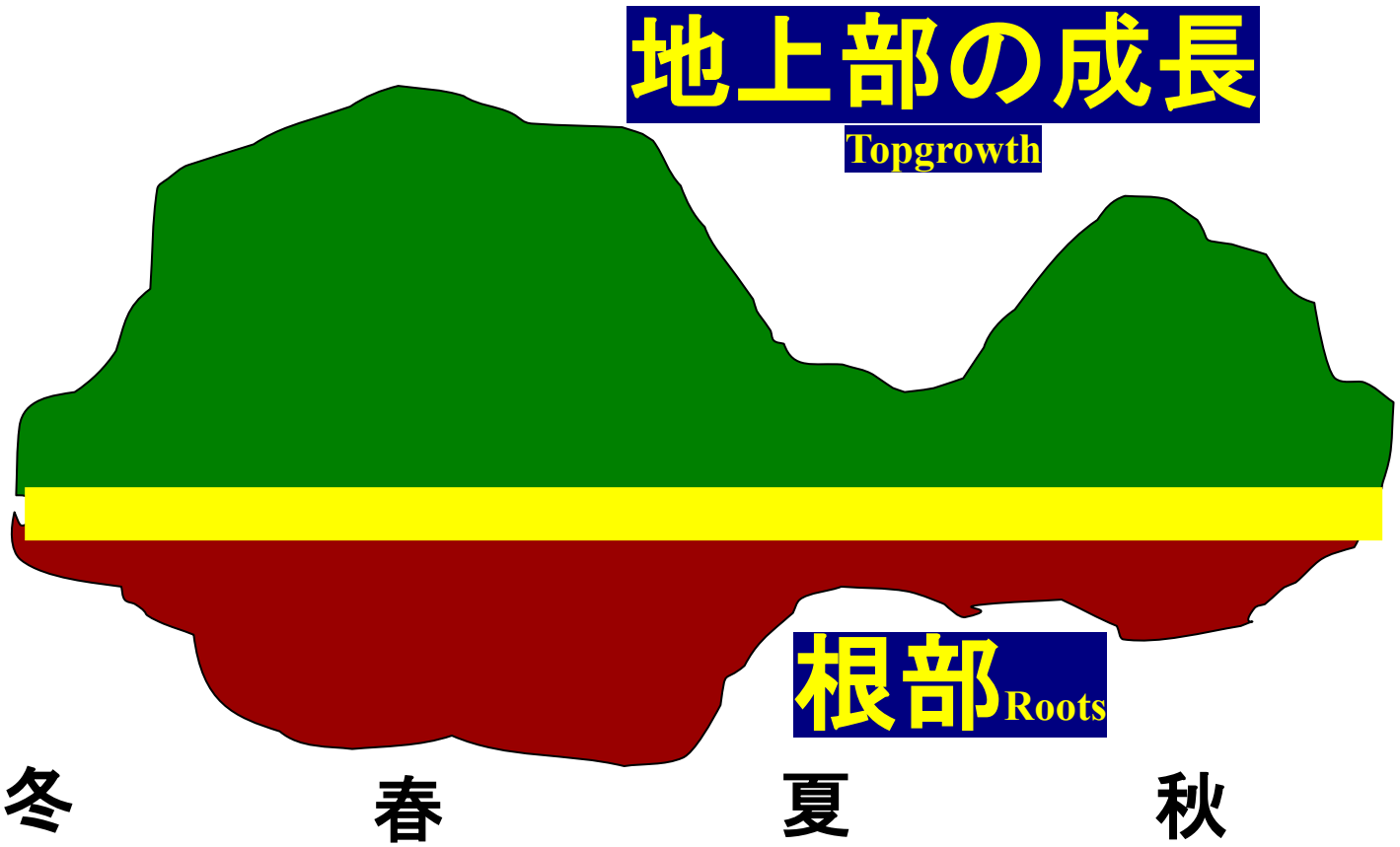
葉からの蒸散作用で3～10℃
温度を下げられる

そのためには十分な水分を吸い上げられる
十分な根量が不可欠

赤外線・土壌温度計



サマーデクライン
Summer Decline

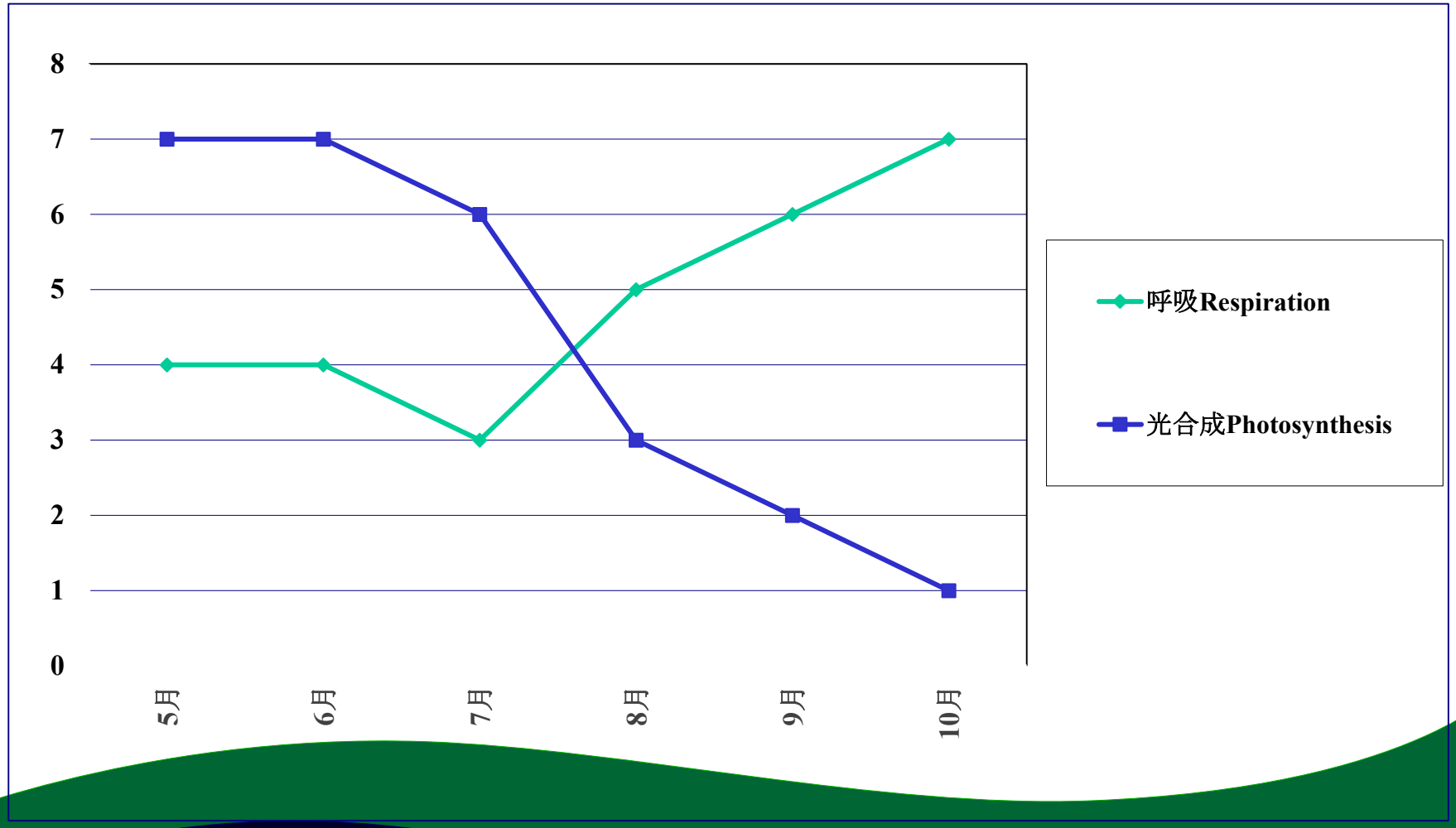


芝生の根部と地上部の成長の季節変化

Seasonal patterns of root and shoot growth of turfgrass

７月と8月の呼吸が光合成を超える（刈高3.1mm）

In July and August respiration exceeds photosynthesis in turf grass mowed at 1/8 inch



刈高4mmの光合成と呼吸

Photosynthesis and respiration in turf grass mowed at 5/32 inch

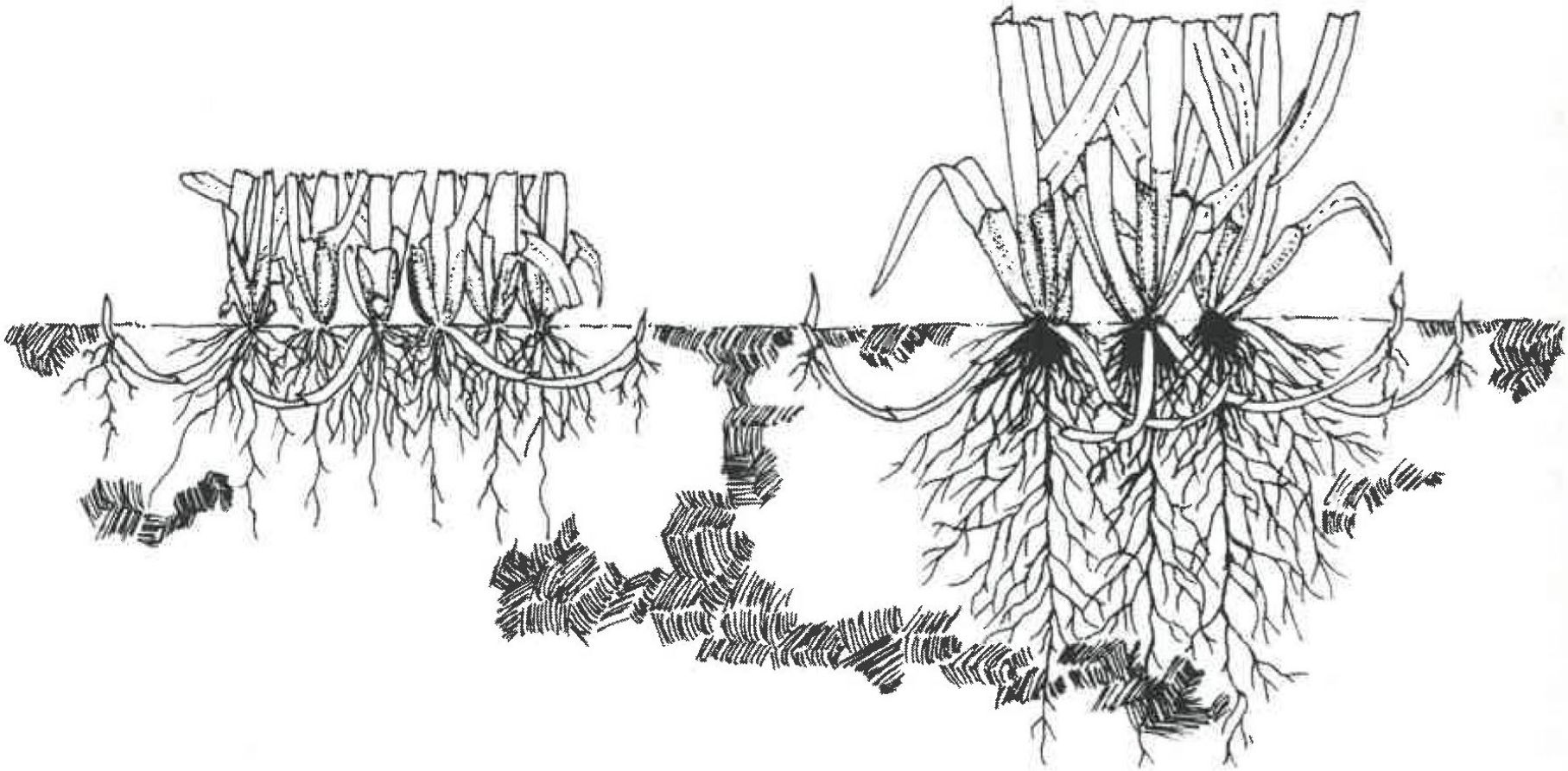
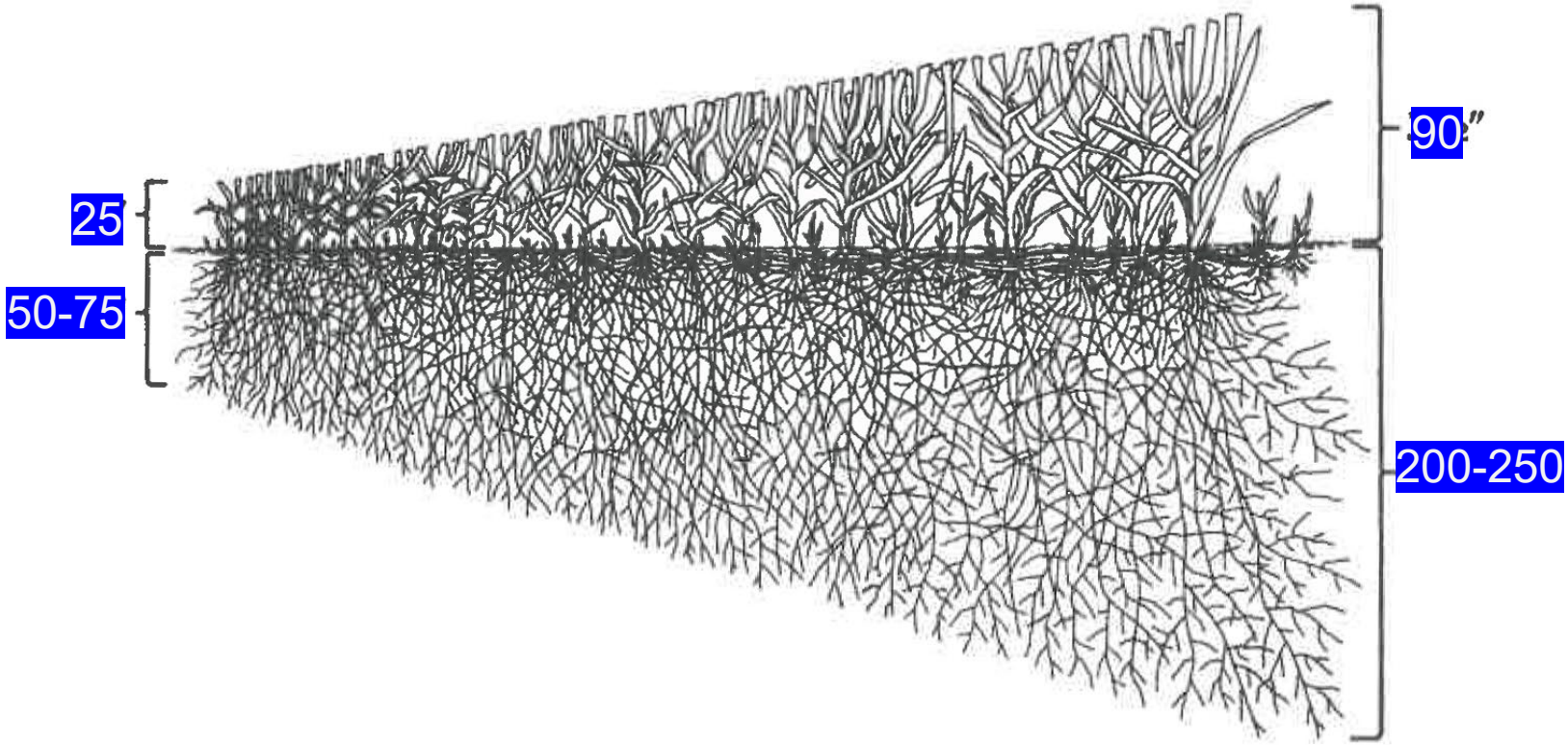


図５／５　刈高の違いによる芝草の比較；刈高が低い芝草はきめがより細かく密度がより高くなるが根や根茎の生長が悪くなる



Higher mowing heights favor root and rhizome growth.

深くて広い根圏を維持するためには

根の成長に最も重要な物は・・

根の成長に最も必要な物は

土壌の孔隙＝空間＝空気

発根促進剤、酸素供給剤、リン肥料・・・などなど・・・

【疑問】
それらに効果があるかどうかわかりませんが・・・あったとしても土壌に空間が十分になければ地表面に撒いた資材が根圏全体（地下10ｃｍ）に行き渡るでしょうか？

長雨で土壌が飽和してしまったとき・・

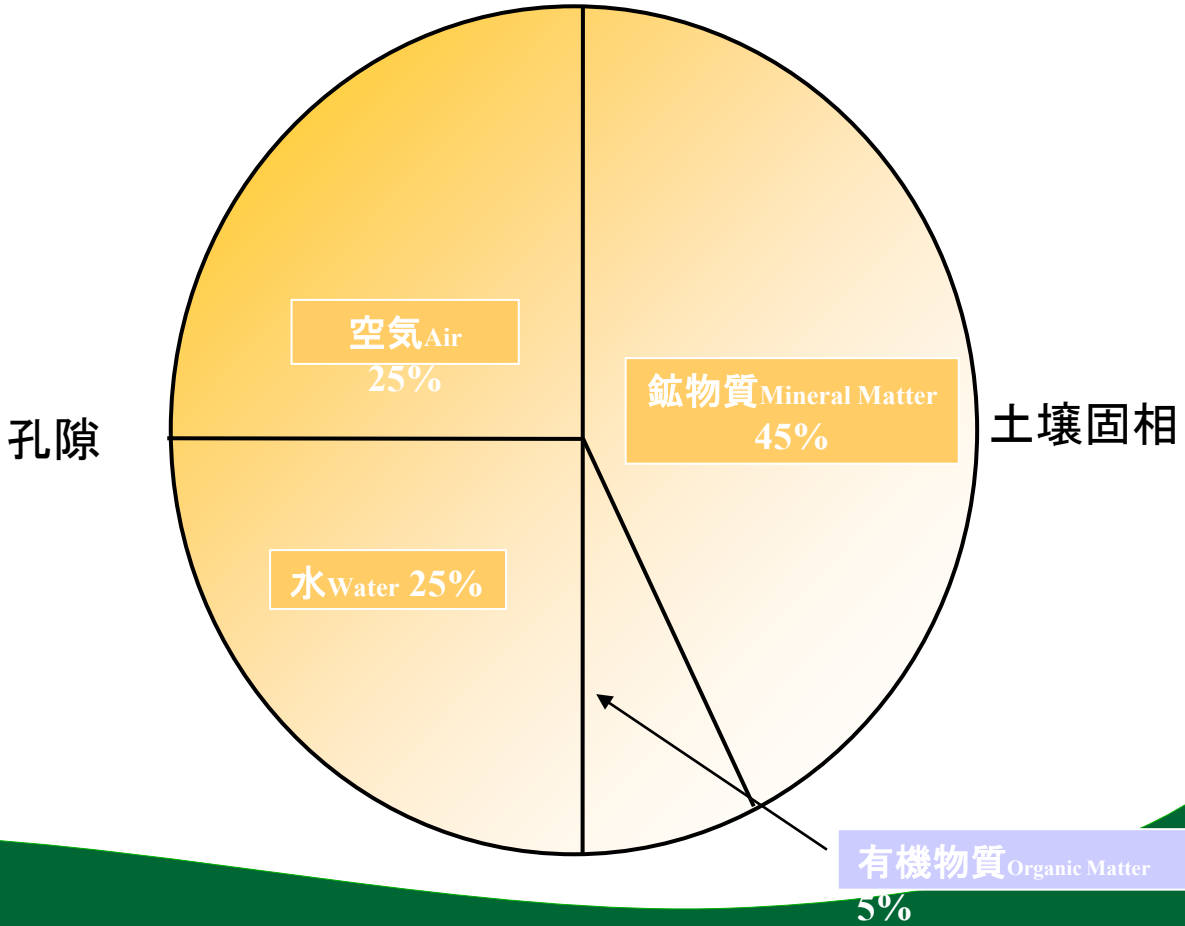
- 土壌の孔隙が水で飽和して土壌の空気がなくなり根が生育できなくなる
- 養分が過剰に流亡している
- 水分が熱を維持してしまっている

↓

- 速やかにムク刃で穴を開ける
- 速やかに適正な液肥を散布する
- 土壌に有機物が多い場合は春の段階で更新作業（12mm以上）をできるだけ数多くする

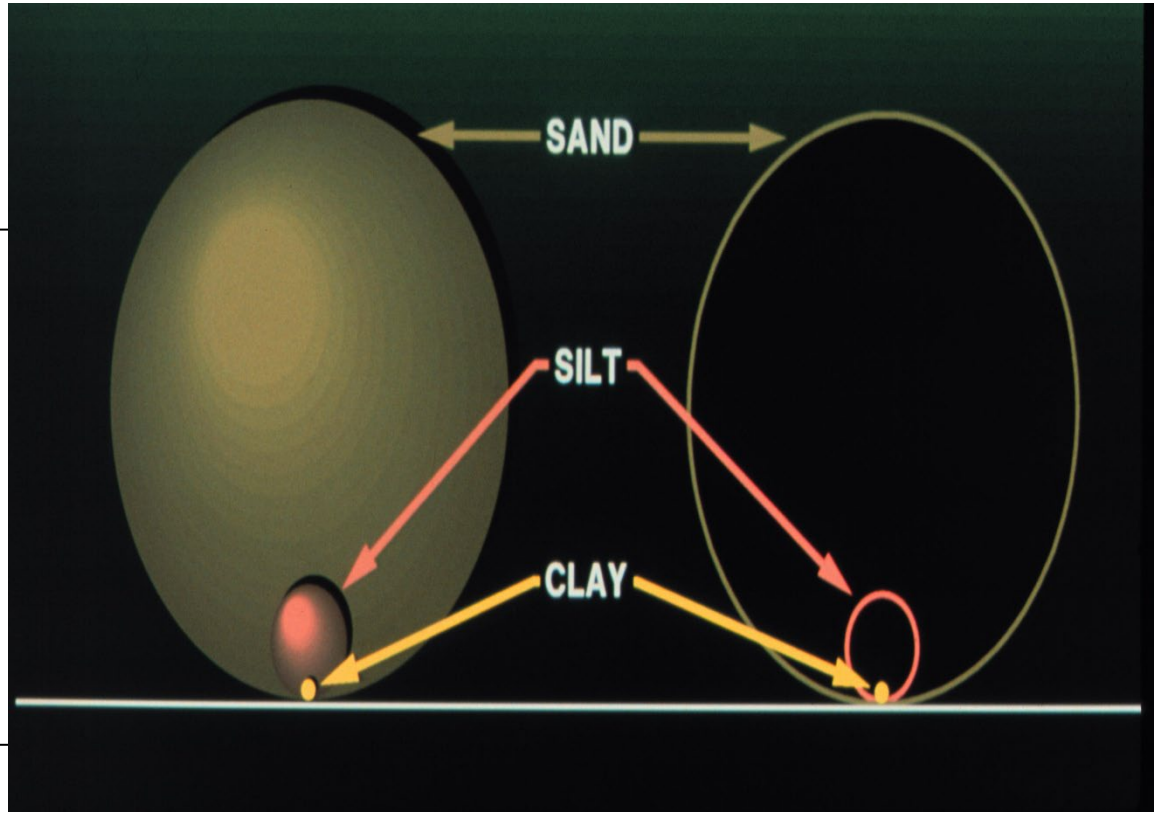
土壌の構成物質（三相組成）

- 無機物
- 有機物
- 空気
- 水

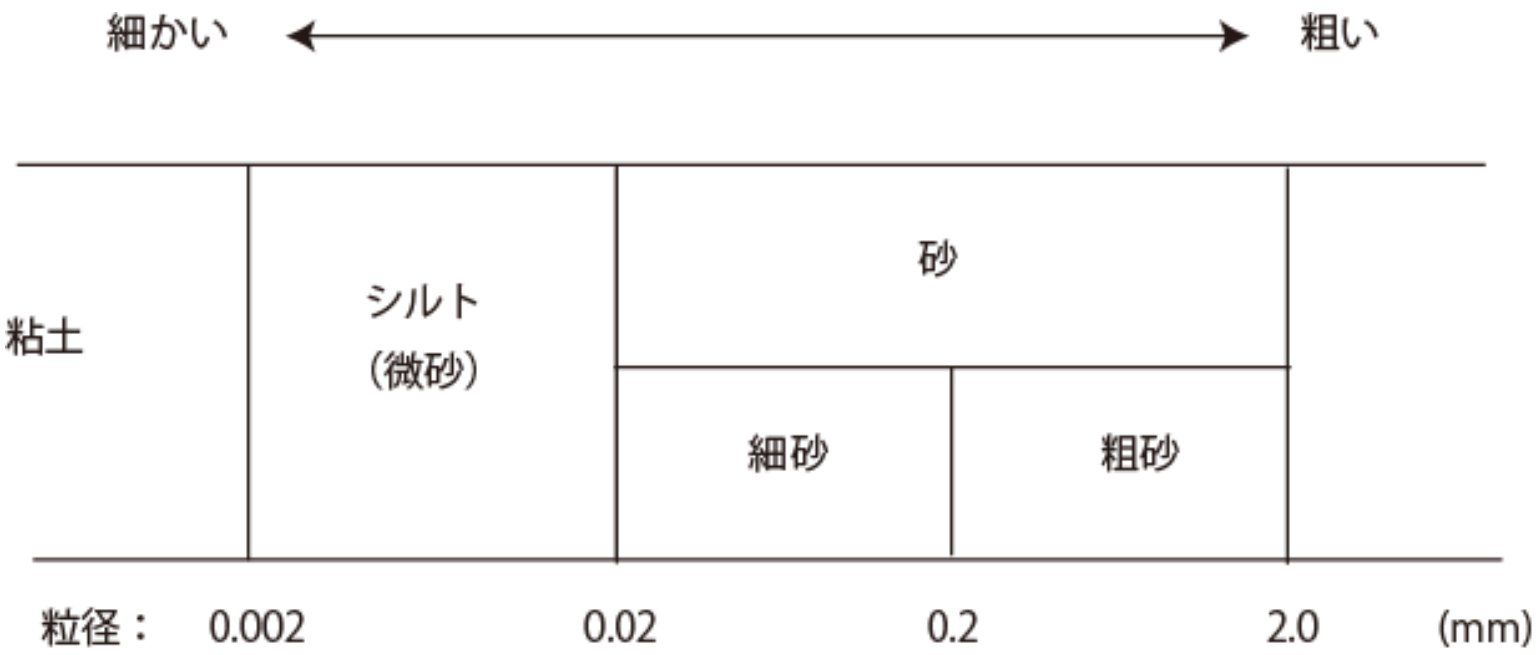


3つの鉱物質の部分

- 砂
- シルト
- 粘土

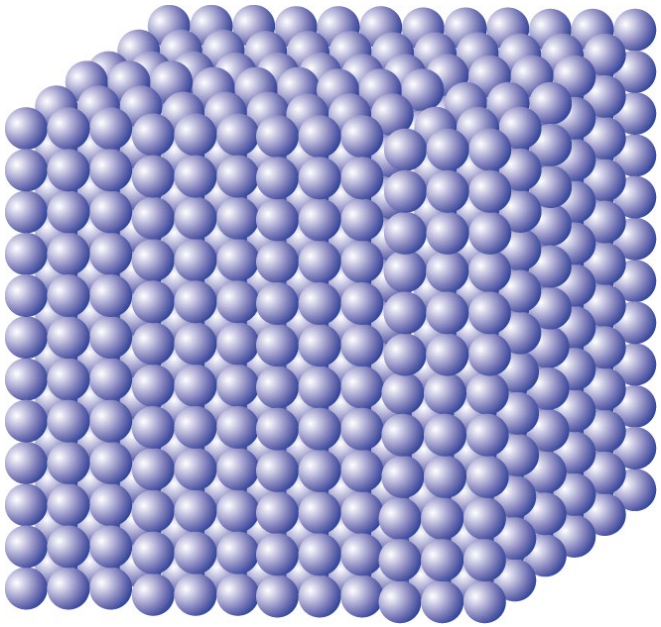


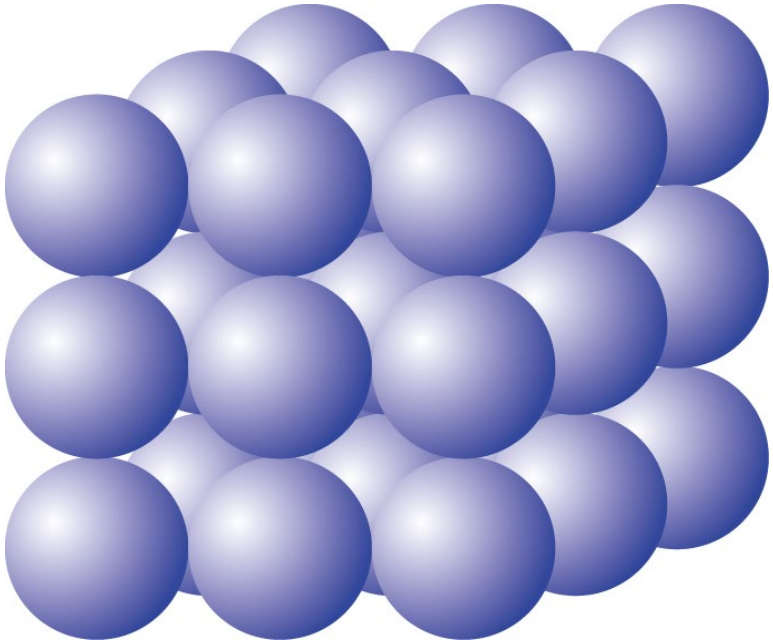
土壌の粒径区分



国際法による土壌の粒径区分

土壌粒子の総表面積





土壌粒子

国際土壌学会法

粒径区分	直径(mm)	1g当たり粒子数	1g当たり表面積(cm^2)
粗砂	2.00-0.20	720	23
細砂	0.20-0.02	46,000	91
シルト	0.02-0.002	5,776,000	454
粘土	0.002以下	90,260,853,000	8,000,000（800㎡）

土性区分

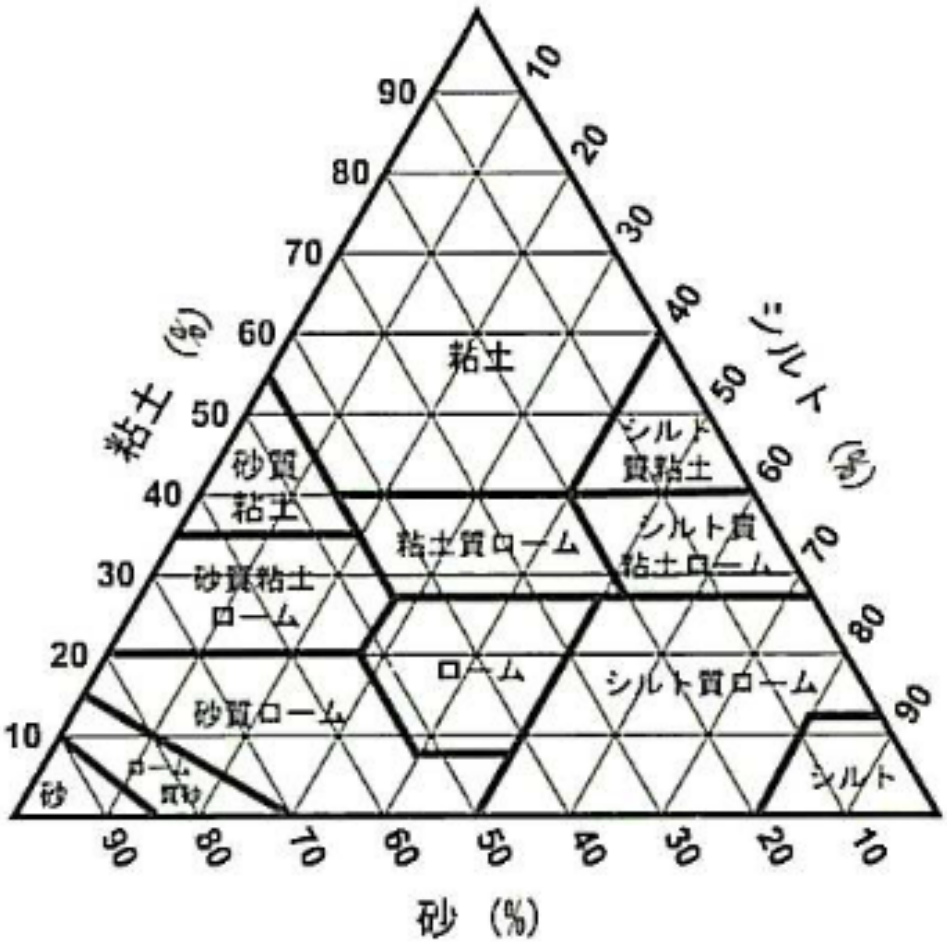
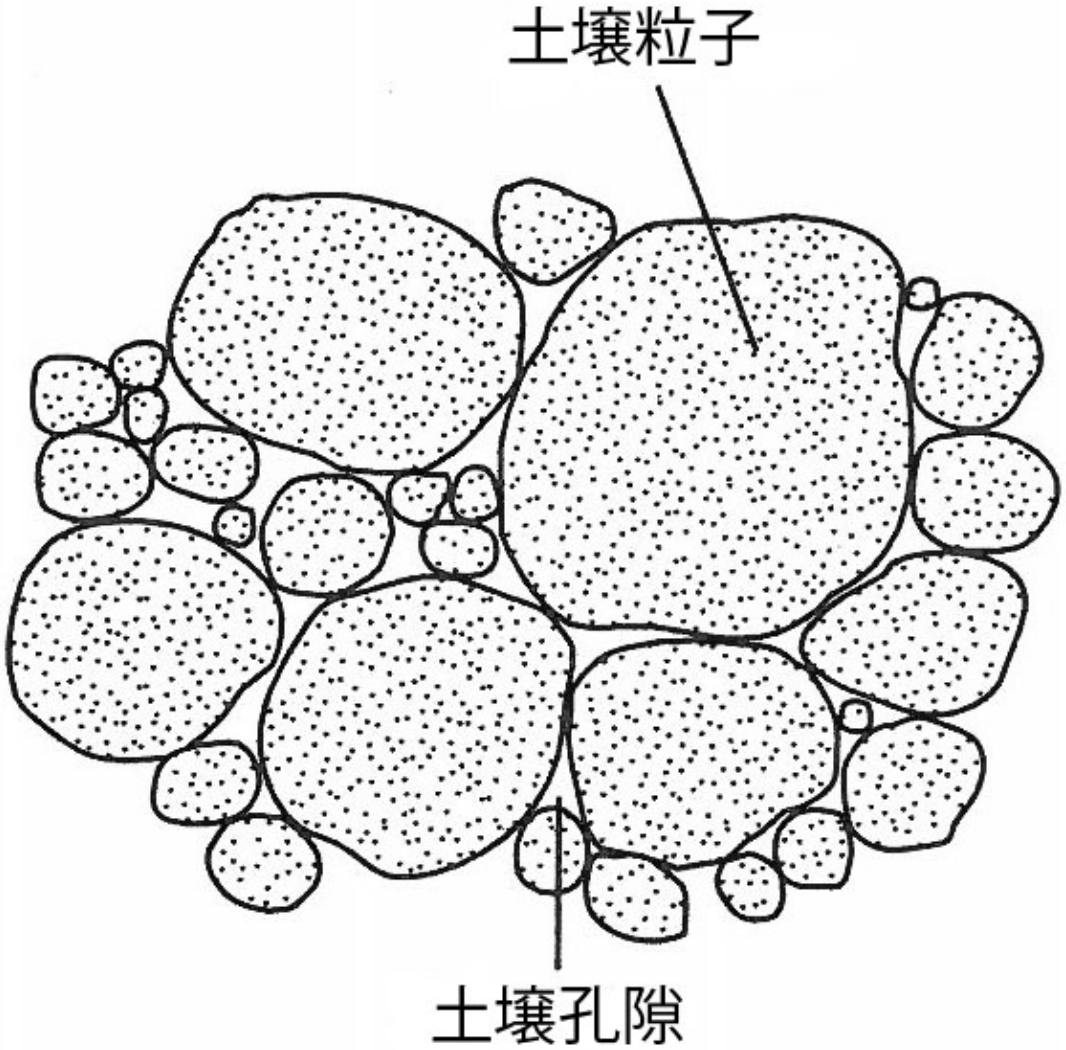
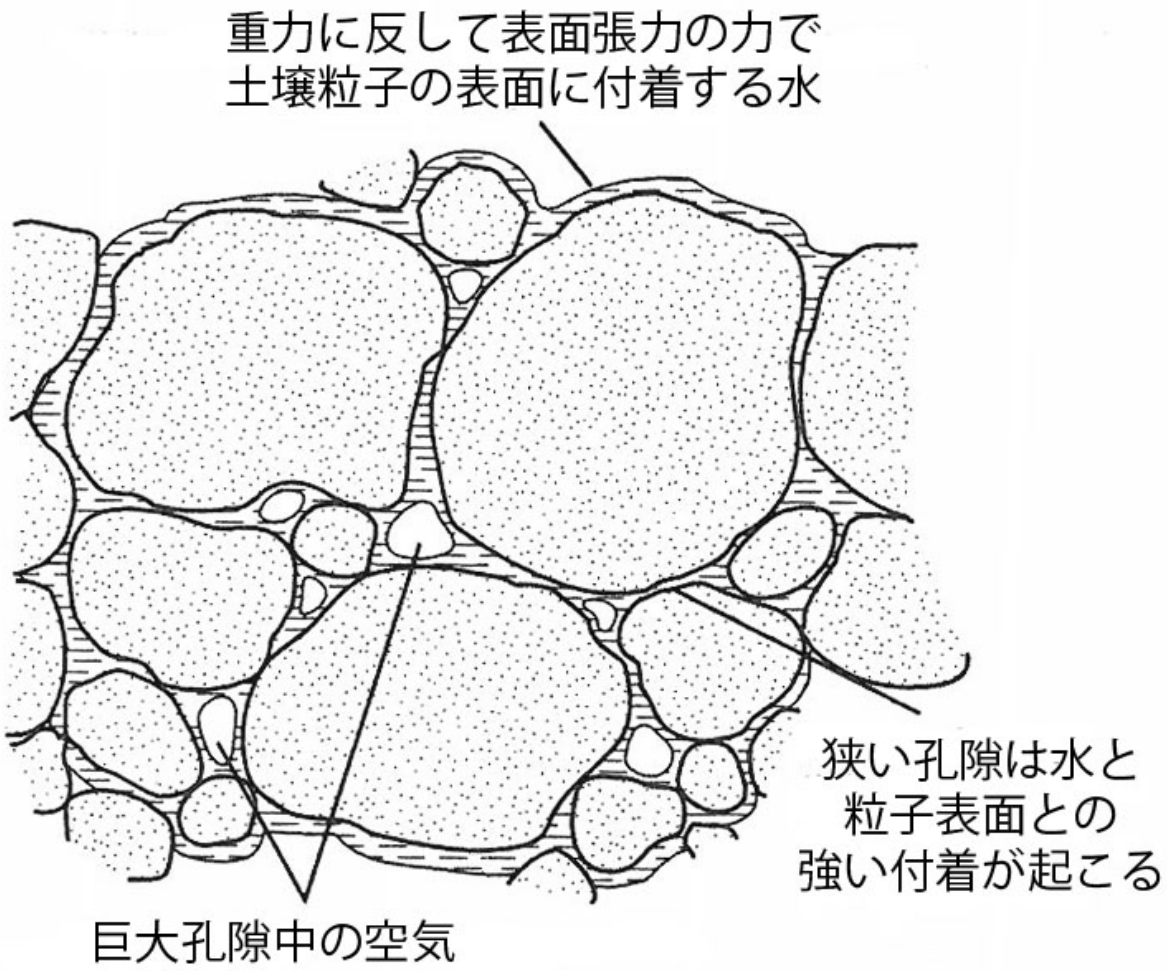


図 1.2　土性を構成する砂，シルト，粘土の含有量を示す 3 角図.

かについて十分なデータがあれば、孔隙率を見るだけで、孔隙の種類別構成もある程度は見当がつけられるようになる。どのような土性かに関わりなく、植物の根は土壌中を生長するために直径0.1㎜以上の孔隙を必要とする。この孔隙がない場合には、根の生長は著しく制限される。

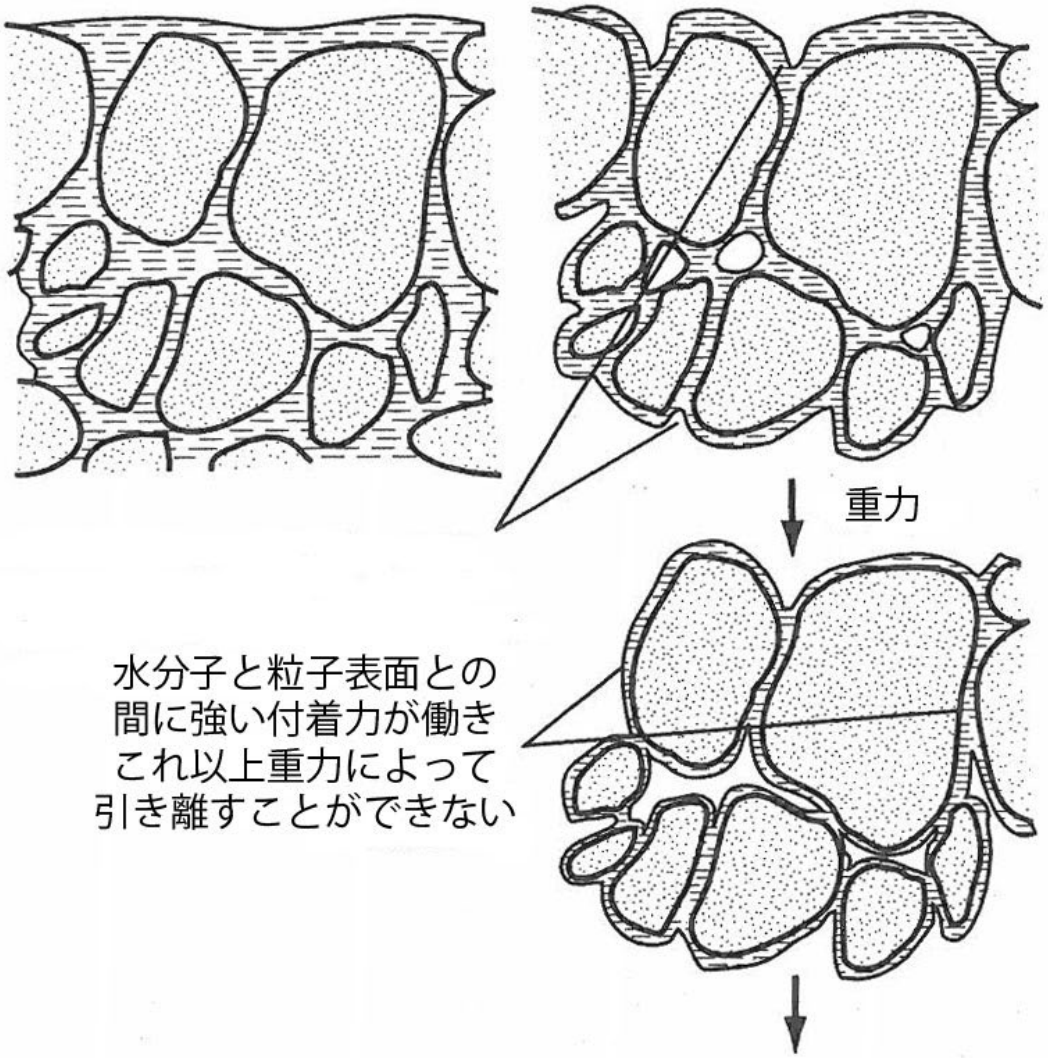
図4／20　粗砂(左)、中砂(中)、細砂(右)の粒径、およびこれらが混合された粒度が不均一な孔隙の少ない砂


土壤粒子
土壤孔隙


重力に反して表面張力の力で
土壌粒子の表面に付着する水
狭い孔隙は水と
粒子表面との
強い付着が起こる
巨大孔隙中の空気

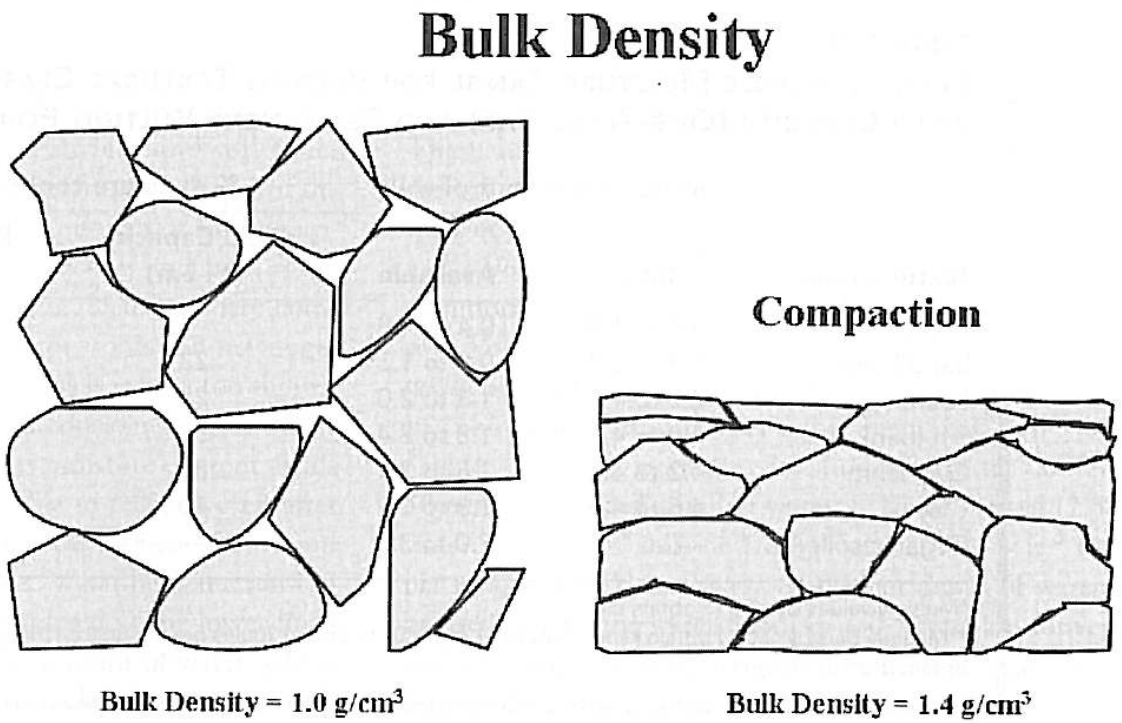
土壌粒子間に水が飽和した状態

徐々に重力で水が下に落ちて
表面張力により粒子表面に水が残る



水分子と粒子表面との
間に強い付着力が働き
これ以上重力によって
引き離すことができない

仮比重


Bulk Density
Compaction
Bulk Density = 1.0 g/cm³
Bulk Density = 1.4 g/cm³

仮比重

- 孔隙率を求める
- 砂自体の比重＝2.6～2.75g/cc
- 有機物の比重＝0.2～1.0g/cc
- 仮比重＝乾燥土壌（g）÷土壌総容積（cc）
- クレイ・クレイローム・シルト＝1.0～1.6g/cc
- 砂・サンディローム＝1.2～1.8g/cc

仮比重・孔隙率

- サンドグリーンの場合

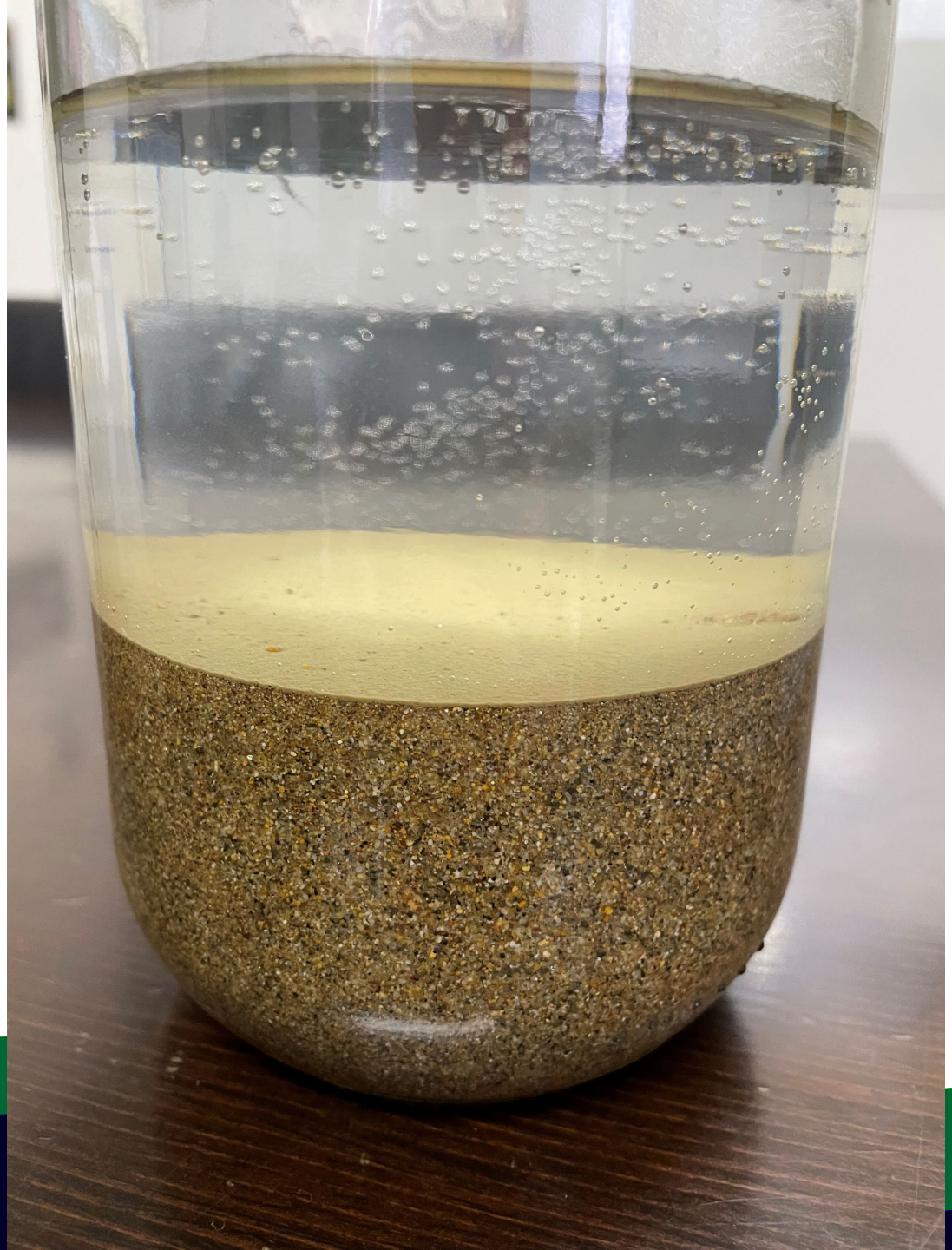
- 仮比重は1.25～1.55g/cc
- 理想は1.40g/cc

- 孔隙率（%）＝（仮比重/粒子比重）x100

A004
640x480
2021/12/07 13:07:45

A003
640x480
2021/12/07 13:07:05

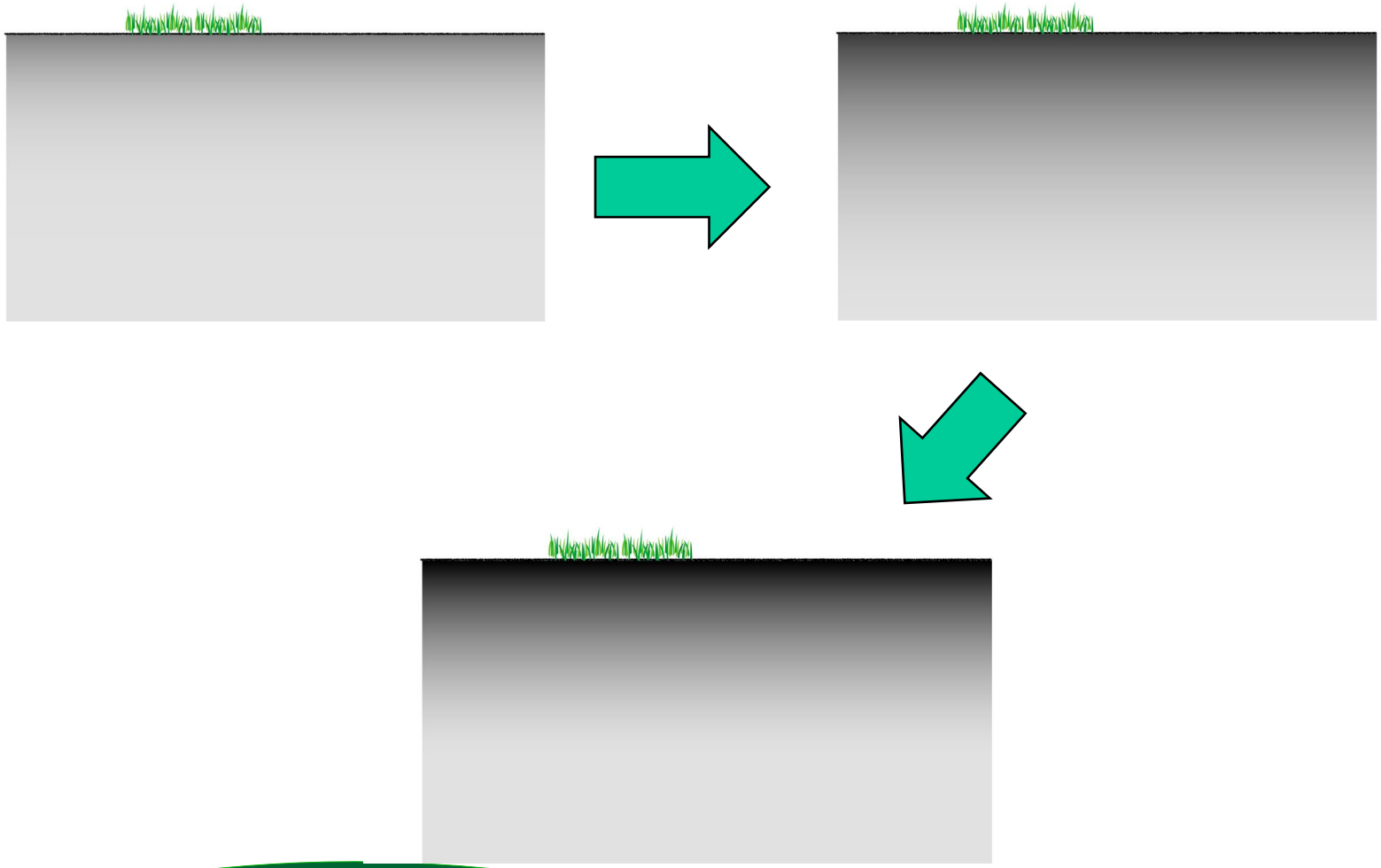
Le Parfait



A006
640x480
2022/01/17 08:50:20

A007
640x480
2022/01/17 08:51:05

撒いた物はどうなる？



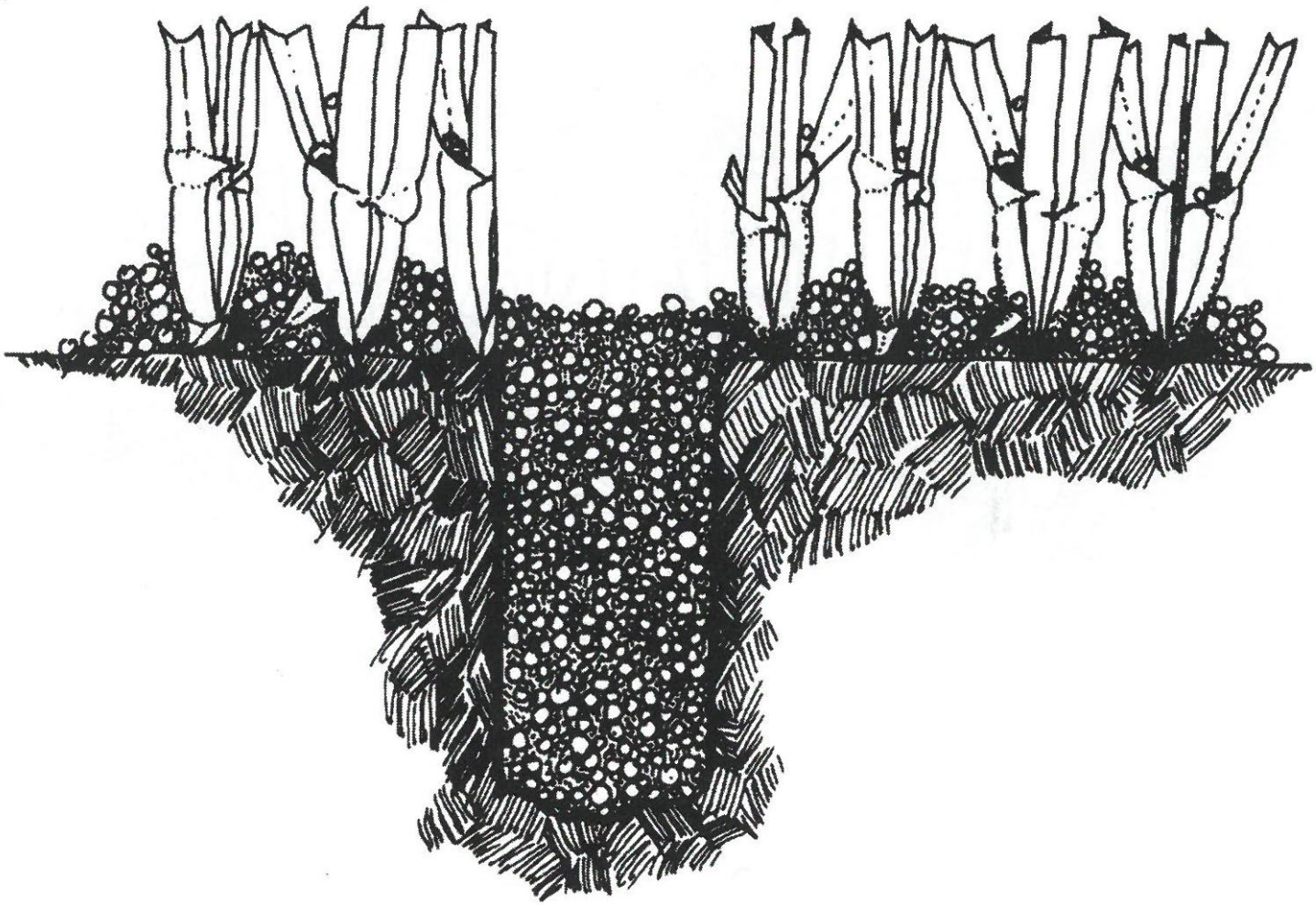
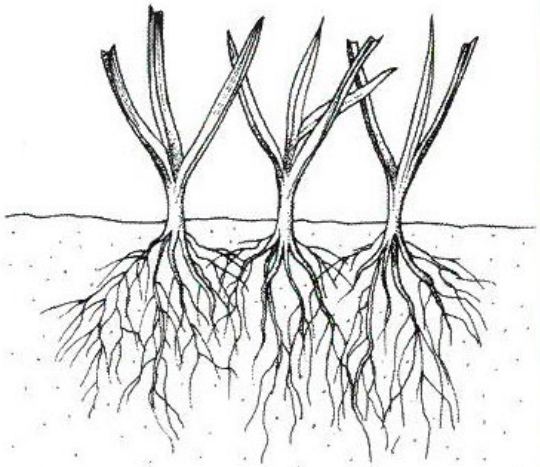
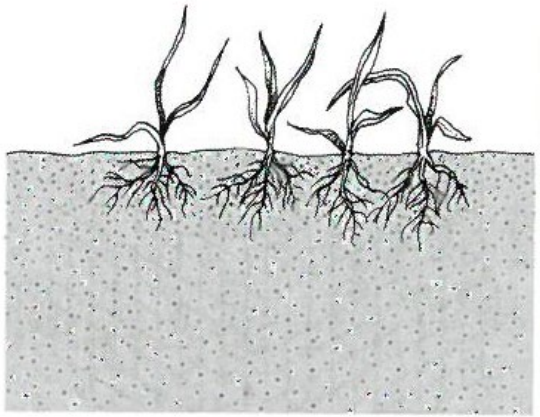


図６／５　コアを回収し、コアリングでできた孔を目土で埋め戻す



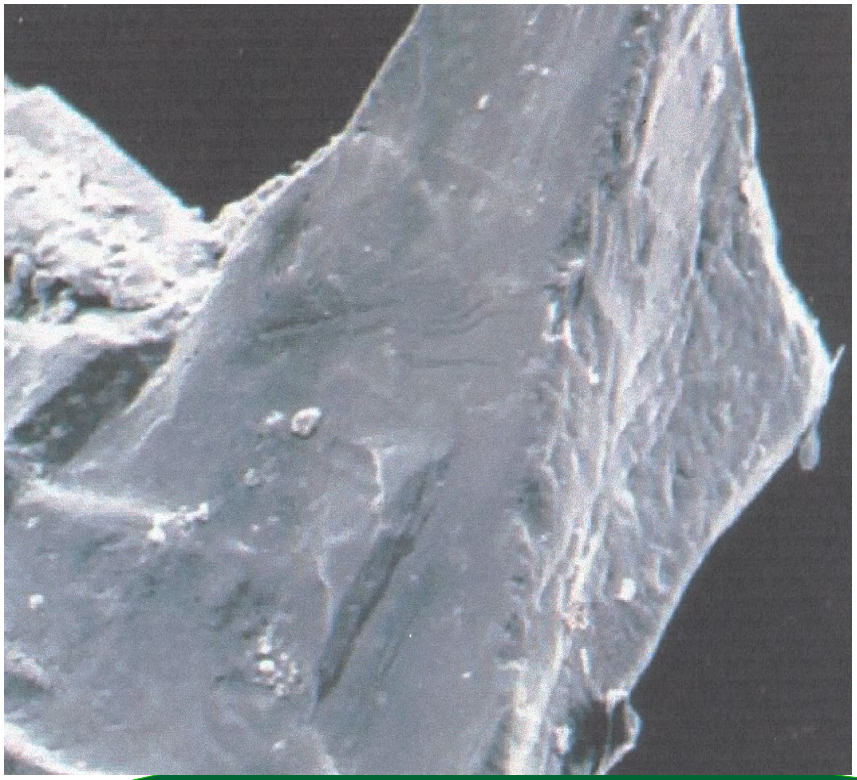
GRANULAR STRUCTURE



COMPACTED STRUCTURE

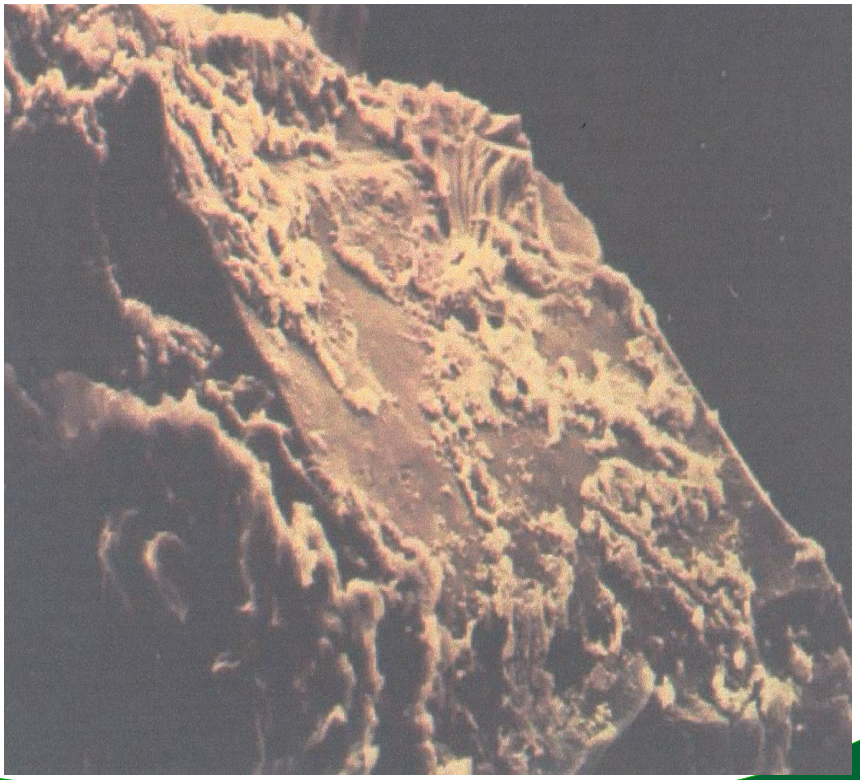
砂粒子の顕微鏡写真

Electron Micrographs of Sand Particles



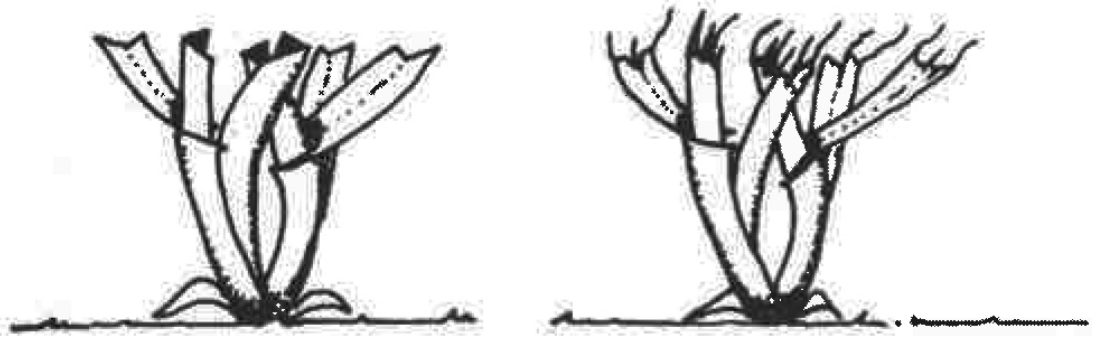
有機被覆のない砂粒子

Electron Micrograph of sand particle with no organic coating

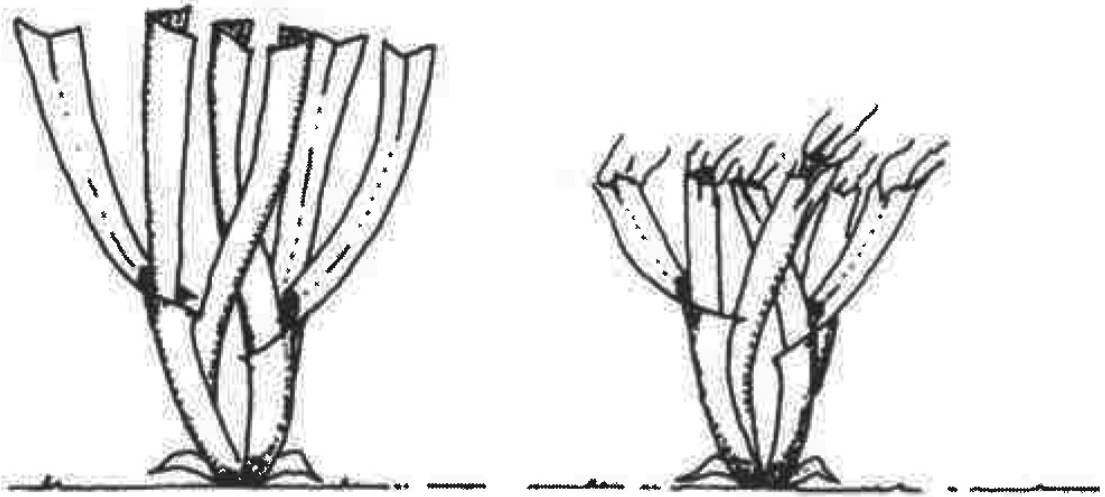


有機被覆された砂粒子

Electron Micrograph of sand particle with organic coating



刈込 1 時間後



刈込 48 時間後

図５／２　鋭利な刃で刈込んだ後(左)と磨耗した刃で刈込んだ後(右)の芝草の葉の生長の比較

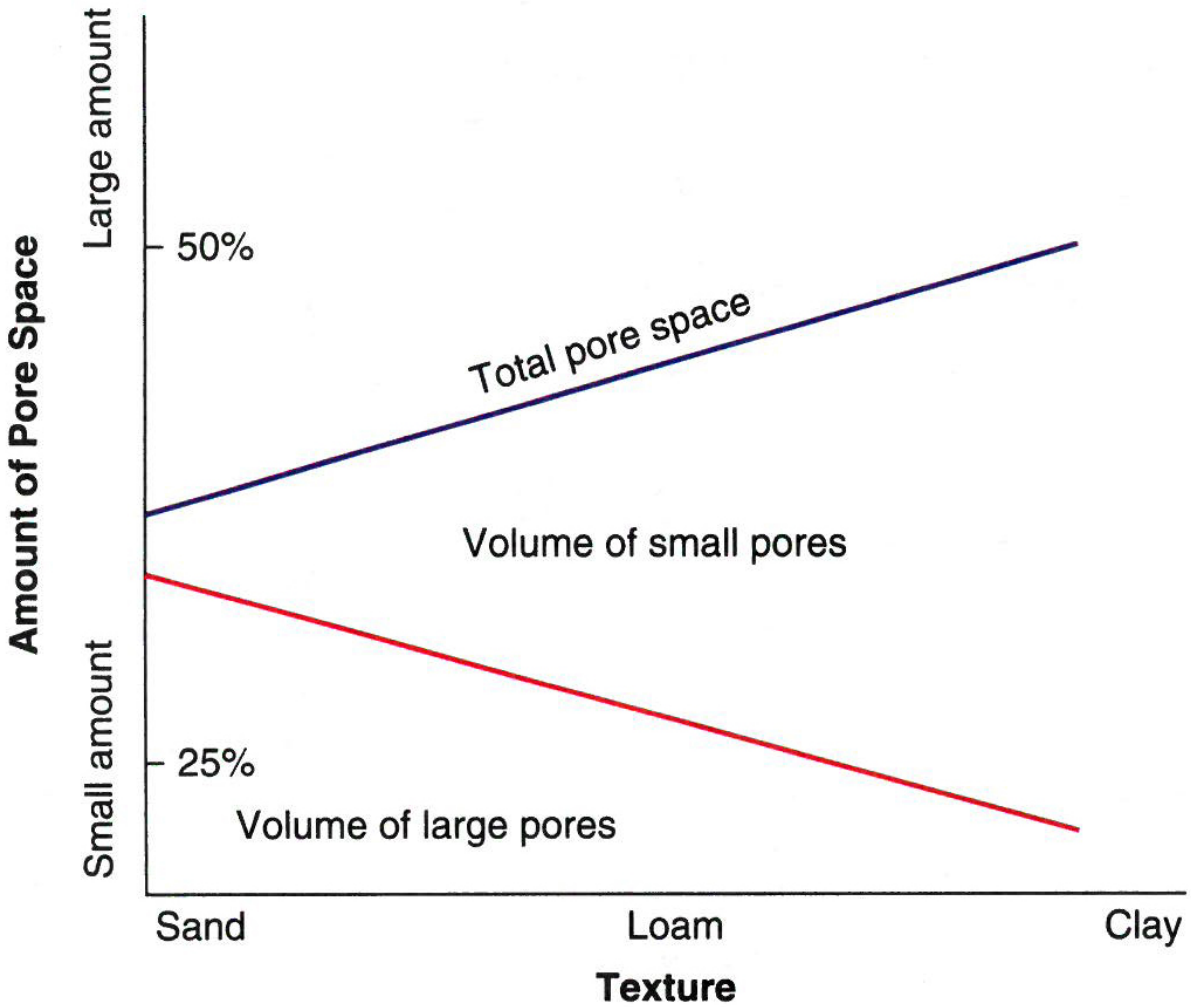


Figure 4–10

Texture affects soil pores. The top line shows total pore space in the soil. Clay has the greatest total pore space. The lower line shows space in large pores. Sand has the most large pore space. The amount of small pore space lies between the two lines. Clay has the most small pore space. Loam has a balance between large and small pores.

400グラム
380グラム
340グラム
310グラム
300グラム
290グラム
290グラム
340グラム
Continue
Interval
Amplitude
Timer
Electromagnetic Sifter MS-200
CALFITE EXTRA

サンプル名：　鹿島　焼砂５号

篩い目(mm)	g	%
2.000	0	0.0
1.000	2	0.1
0.500	1047	60.1
0.250	613	35.2
0.150	70	4.0
0.053	8	0.5
0.020	2	0.1
以下	0	0.0
合計	1742	100

<table>
<tr><th>粒子名</th><th>USGA粒子径</th><th colspan="2">推奨粒度分布（重量）</th></tr>
<tr><td>細砂利</td><td>2.0～3.4mm</td><td rowspan="2">この範囲の粒度の合計が10％を超えてはいけない。細い砂利は最大でも3％、無い方が良い。</td><td></td></tr>
<tr><td>大変粗い砂</td><td>1.0～2.0mm</td><td></td></tr>
<tr><td>粗い砂</td><td>0.5～1.0mm</td><td rowspan="2">最低でも60％の粒子がこの範囲に入っていなければならない</td><td></td></tr>
<tr><td>中庸砂</td><td>0.25～0.5mm</td><td></td></tr>
<tr><td>細い砂</td><td>0.15～0.25mm</td><td>この範囲の粒子は20％以下にしなければならない</td><td></td></tr>
<tr><td>大変細い砂</td><td>0.05～0.15mm</td><td>５％以下にする</td><td rowspan="3">この範囲の粒子は合計で10%を超えてはいけない</td></tr>
<tr><td>シルト</td><td>0.002～0.05mm</td><td>５％以下にする</td></tr>
<tr><td>粘土</td><td>0.002mm以下</td><td>３％以下にする</td></tr>
</table>

CEC（陽イオン交換容量）

PROFESSIONAL PRODUCTS

16777 HOWLAND ROAD, P.O. BOX 198, LATHROP, CA 95330 • (209) 858-2511 • FAX (209) 858-2519

REPORT NUMBER: 06-160-042

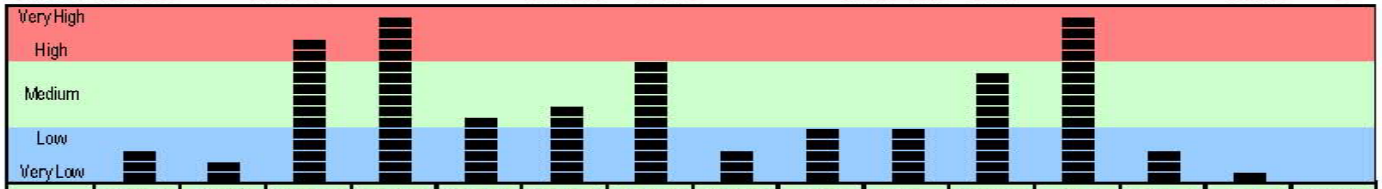
GROWER: TIGUSA CC

SEND TO: HUGH ENTERPRISE LTD
10-1 NISHIGOKENCHO
SHINJUKU-KU TOKYO JAPAN

SUBMITTED BY: TONAKA

Graphical Soil Analysis Report

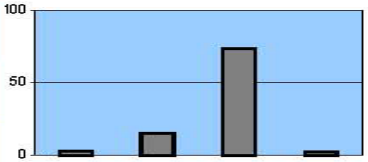
DATE OF REPORT: 06/13/06 **LAB NO:** 50643 **SAMPLE ID:** BG2 **PAGE:** 1



Analyte	Organic Matter percent	Nitrogen NO_3-N ppm	Phosphorus Weak Bray ppm	Phosphorus $NaHCO_3$-P ppm	Potassium K ppm	Magnesium Mg ppm	Calcium Ca ppm	Sodium Na ppm	Sulfur SO_4-S ppm	Zinc Zn ppm	Manganese Mn ppm	Iron Fe ppm	Copper Cu ppm	Boron B ppm	Chloride Cl ppm
Results	1.4	5	49	65	62	97	757	27	11	1.0	18	41	0.5	0.1	

LOW AVERAGE HIGH

Percent Cation Saturation (computed)



Potassium K %	Magnesium Mg %	Calcium Ca %	Sodium Na %
3.1	15.4	73.3	2.2

ACIDIC BASIC

ECe dS/m	CEC meq/100g	Ex. Lime	pH
0.3	5.2	L	6.6

INCREASING SALINITY →

← INCREASING NEED FOR LIME

Buffer pH:

Soil Fertility Guidelines

CROP: BENTGRASS **RATE:** lb/1000 sq ft **NOTES:**

Dolomite (70 score)	Lime (70 score)	Gypsum	Elemental Sulfur	Nitrogen N	Phosphate P_2O_5	Potash K_2O	Magnesium Mg	Sulfur SO_4-S	Zinc Zn	Manganese Mn	Iron Fe	Copper Cu	Boron B	
				5.6		4		0.5	*				*	

COMMENTS: NITROGEN: The above requirements may need to be adjusted according to local conditions. Follow label instructions as controlled-release fertilizers may be applied less frequently.
POTASH: Optimum wear tolerance may be achieved by applying up to 8 lb potash/1000 sq ft per year. The above guidelines may need to be modified if tissue analyses indicate so.
MAINTENANCE: Split the above amount over the year at a time according to local conditions and

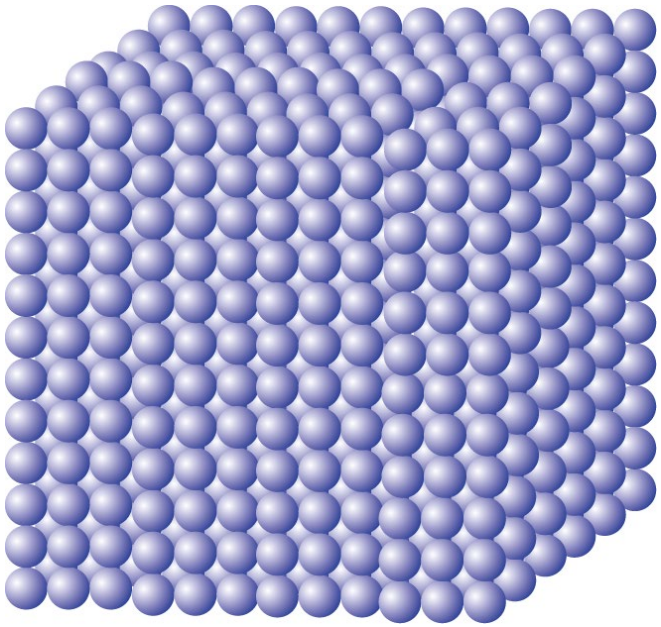
CEC（陽イオン交換容量）

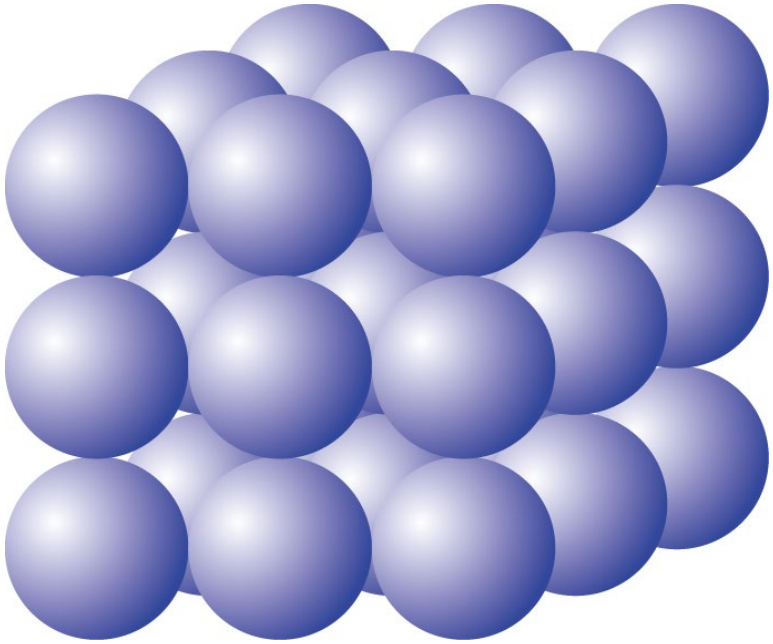
CEC	土壌の種類
0 - 8	砂
8 - 12	砂壌土
13 - 20	シルト壌土
21 - 28	壌土
29 - 40	粘土壌土
> 40	粘土

CEC（陽イオン交換容量）

- 土壌コロイドの総量
- 肥料養分の保持力
- 土壌の種類
- 土壌の浸透性
- 単位　ミリモー

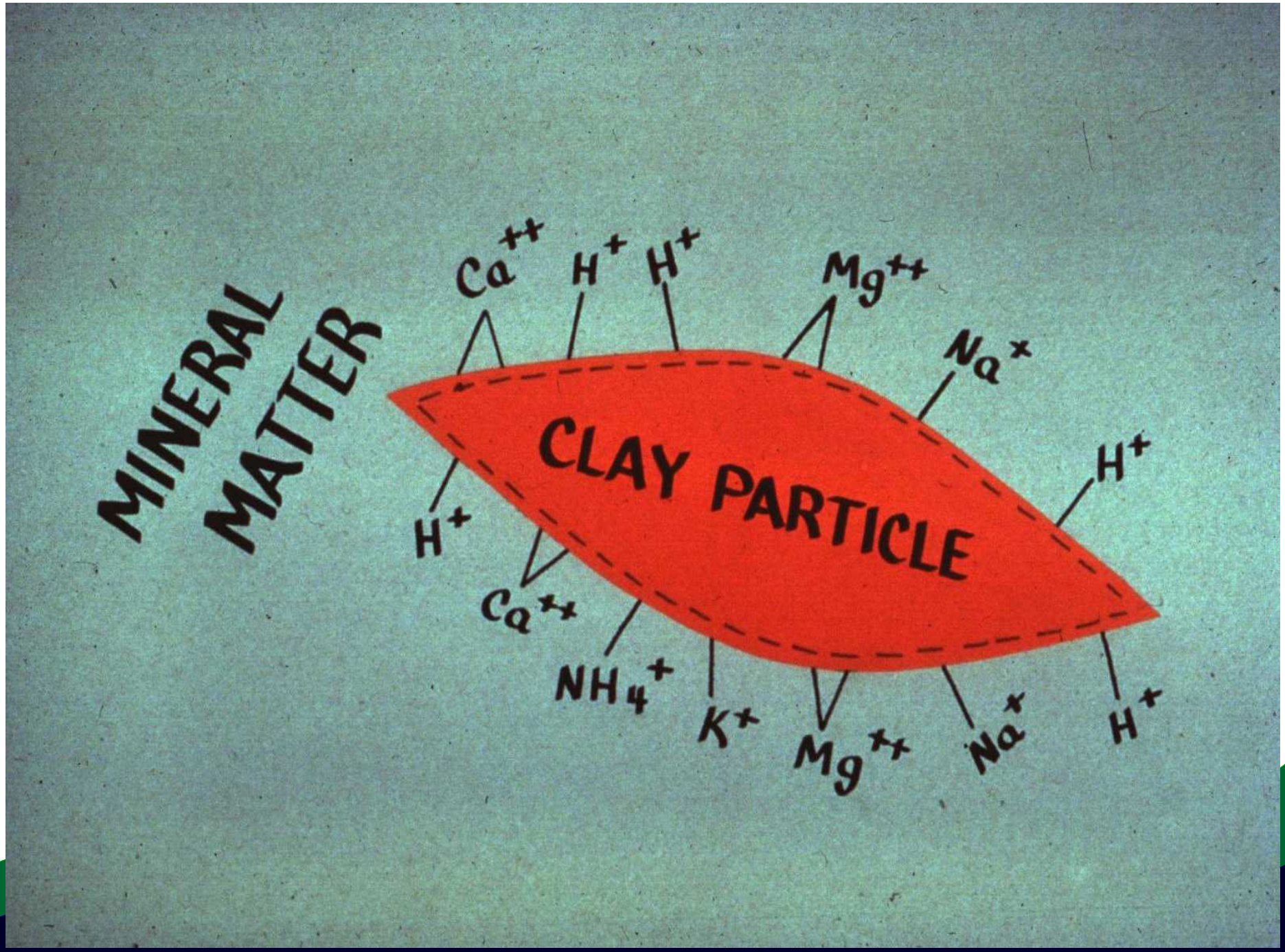
CEC（陽イオン交換容量）





CEC（陽イオン交換容量）

CEC＝有機物％x2.5＋粘土鉱物％x0.57


MINERAL MATTER
CLAY PARTICLE
Ca^{++}
H^+
H^+
Mg^{++}
Na^+
H^+
H^+
Ca^{++}
NH_4^+
K^+
Mg^{++}
Na^+
H^+

低いCEC値（サンドグリーン）のジレンマ

- 排水性良い
- 孔隙が多い
- 踏圧がかかっても孔隙が減らない
- 根が良く張る
- 土壌温度を維持しやすい
- 土壌表面が乾きやすい

- 肥料の効果が短い
- 土壌水分の調整（散水）が必要

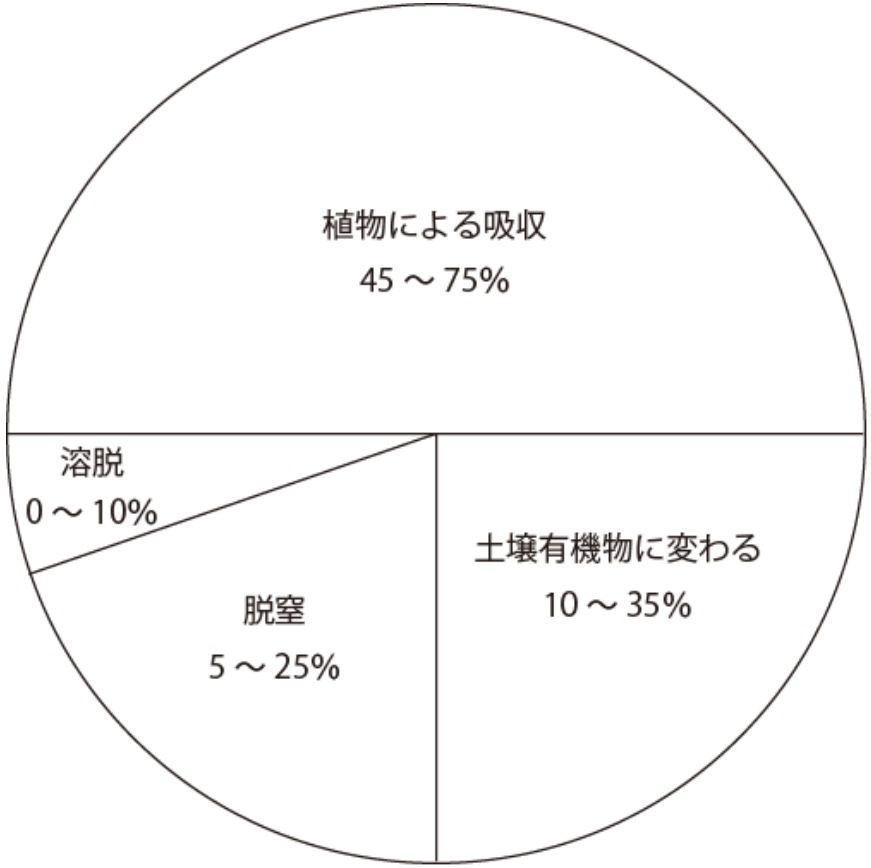
重要なことは・・

- 肥料の選択が重要
- 散水の方法が重要

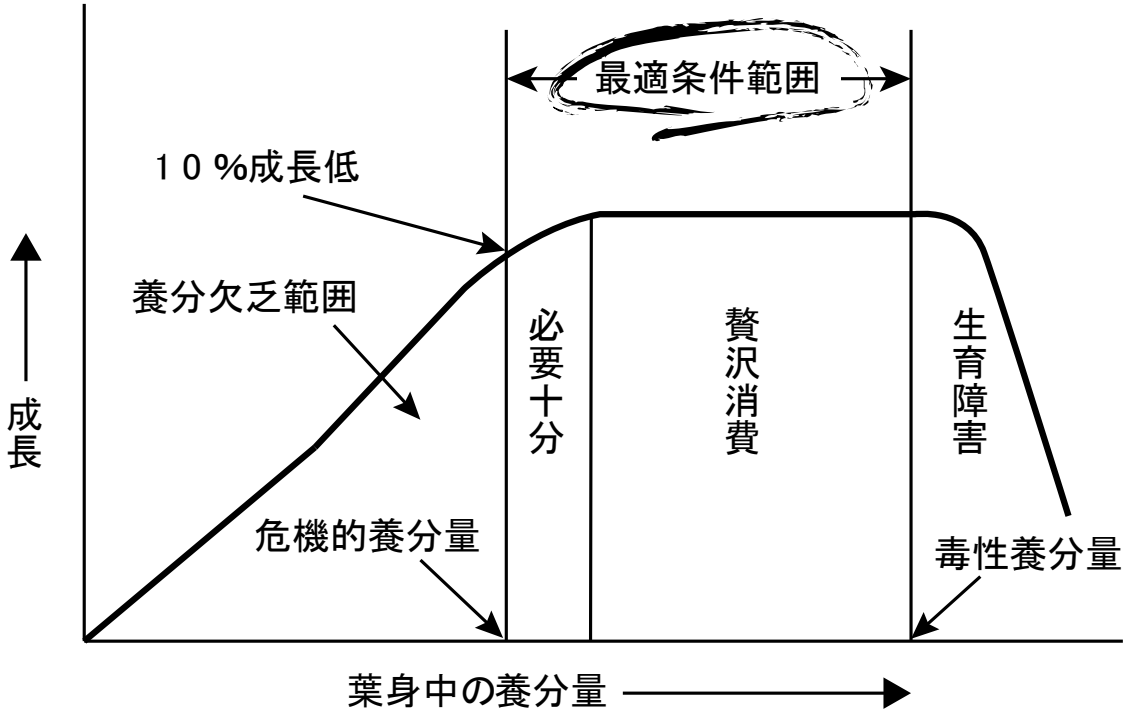
施肥のポイント（低ＣＥＣ）

- 液肥の寿命は大変短い（数日）
- 粒状肥料も速効性の寿命は短い（数日＋）
- 多雨期の流亡が多い
- 緩効性粒状肥料の選択が無駄がない

施肥した窒素はどうなるか？



葉身中の養分量と成長

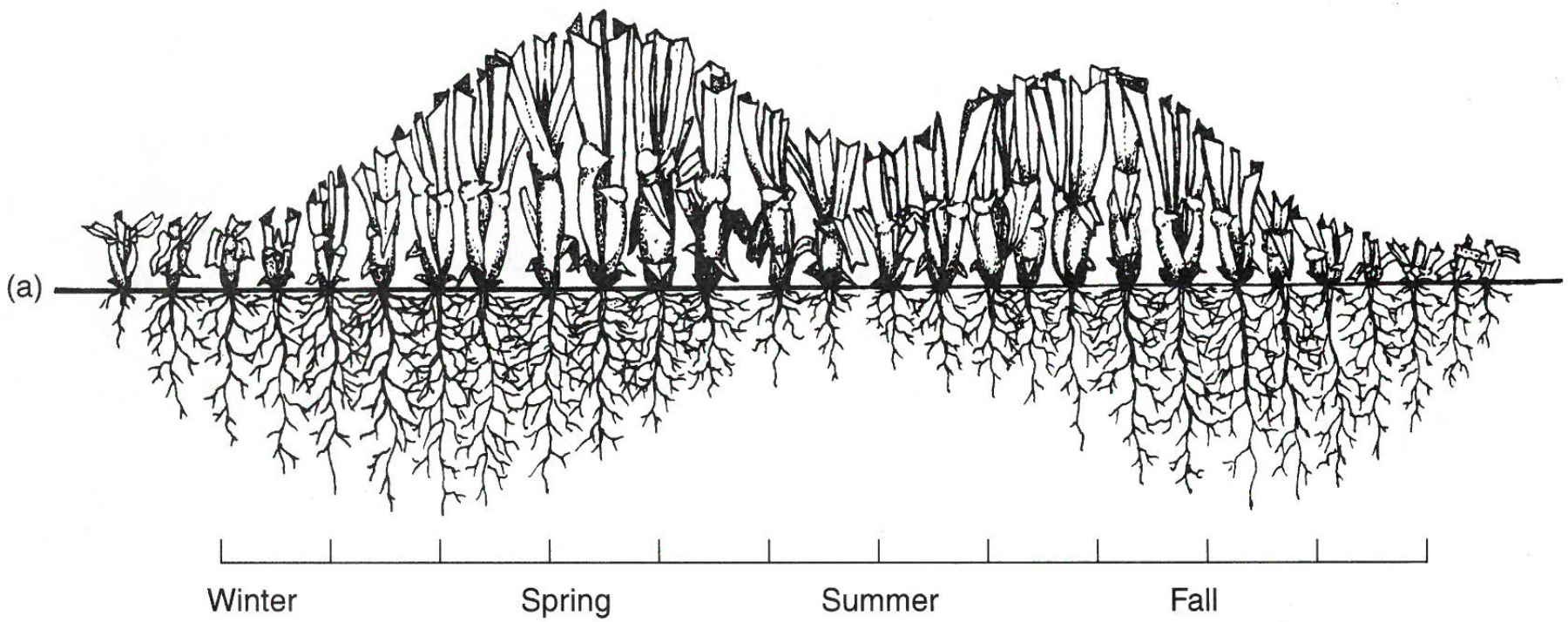


窒素必要量 Nitrogen Fertility Response Range

成長月1ヶ月

窒素必要レベル	*g/m²*	*芝種*
大変低い	**0.0 – 1.8**	バッファローグラス バヒアグラス センチピードグラス
低い	**1-3**	チューイングフェスク レッドフェスク
中程度	**1.8- 4.5**	日本芝 ペレニアルライグラス トールフェスク
高い	**2.5-6.7**	ケンタッキーブルーグラス クリーピングベントグラス バミューダグラス

寒地型芝の年間の成長変化



貯蔵養分

- 貯蔵養分はクラウン（茎部分）、ランナー内に蓄えられる
- 春秋の成長期に十分な養分を与えることによりその後の夏冬のストレス期に備える・・・耐暑性、耐寒性の増大
- 環境ストレス、管理ストレス、気候ストレスによる障害から速やかに回復するために重要な役割をする

施肥を考えるときのポイント

- 即効性窒素肥料の芝生の吸収効率は50%程度（脱窒・流亡）
- 即効性窒素肥料の残効は数日から数週間
- CECが低い場合はそれ以下になる・・流亡するため
- 土壌温度が上がると微生物の活動が上がり肥料の効果は早く・短くなる
- 土壌有機物が多いときは微生物の活動は上がる
- 土壌有機物中の窒素は土壌分析には出てこない
- 緩効性肥料も微生物分解の物は微生物の活動に影響を受ける
- 散水は調節できても雨は調節できない・・長雨は流亡が大
- 雨や微生物の影響を受けない緩効性肥料は樹脂被覆だけである

窒素の年間施肥量の計算

1. 土壌分析による窒素量の結果は窒素施肥量の計算根拠にならない
2. 芝生の種類
3. 管理レベル
4. 気候条件
5. 肥料成分の種類（即効性窒素・緩効性窒素）
6. 土壌中の有機物量

【札幌の平均気温とN要求量試算】

月/℃	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	計
日最高	8.6	11.1	13.2	18.7	19.9	26.0	27.3	29.0	28.3	20.3	16.2	14.7	
日最低	-1.1	1.4	5.2	9.7	12.1	18.4	20.0	22.8	20.8	12.3	6.2	4.6	
日平均	3.4	6.1	9.2	14.2	16.1	22.0	23.5	25.4	24.2	16.0	10.8	9.3	
N/g/㎡(Hi)	0	0	2	4	4	6	6	6	6	4	2	0	40
N/g/㎡(Lo)	0	0	0	2	2	3	3	3	3	2	0	0	18

シンプルで効率の良い施肥設計

使用場所	肥料名	成分	N緩効性	年間施肥量(g/㎡)	N	P	K	㎡	単価/㎡ 2021年	総費用
ベントグリーン	グリーンズキング１８	18-2-24	メチレン70%	120	21.6	1.0	23.9	12,000	¥39.4	¥472,000
洋芝FW	カスケードK	21-2-21	樹脂被覆70%	60	12.6	0.5	10.4	120,000	¥13.5	¥1,620,000

植物体内の元素の量

養分		単位	乾燥植物体含有量	葉身中養分の十分量レベル		
				クリーピングベントグラス	ペレニアルライグラス	芝生一般
C	炭素	%	45			
H	水素	%	6			
O	酸素	%	45			
N	**チッソ**	**%**	**2.0–6.0**	**4.50–6.00**	**3.34–5.10**	**2.75–3.50**
P	**リン**	**%**	**0.10–1.0**	**0.30–0.60**	**0.35–0.55**	**0.30–0.55**
K	**カリ**	**%**	**1.0–3.0**	**2.20–2.60**	**2.00–3.42**	**1.00–2.50**
Ca	カルシウム	%	0.30–1.25	0.50–0.75	0.25–0.51	0.50–1.25
Mg	マグネシウム	%	0.15–0.50	0.25–0.30	0.16–0.32	0.20–0.60
S	硫黄	%	0.15–0.60	–	0.27–0.56	0.20–0.45
Fe	鉄	ppm	100–500	100–300	97–934	35–100
Mn	マンガン	ppm	20–500	50–100	30–73	25–150
Cu	銅	ppm	10–50	8–30	6–38	5–20
Zn	亜鉛	ppm	20–70	25–75	14–64	20–55
B	ホウ素	ppm	5–50	8–20	5–17	10–60
Mo	モリブデン	ppm	1–8	–	0.5–1.00	–

PROFESSIONAL PRODUCTS

16777 HOWLAND ROAD, P.O. BOX 196, LATHROP, CA 95330 • (209) 858-2511 • FAX (209) 858-2519

REPORT NUMBER: 06-321-006

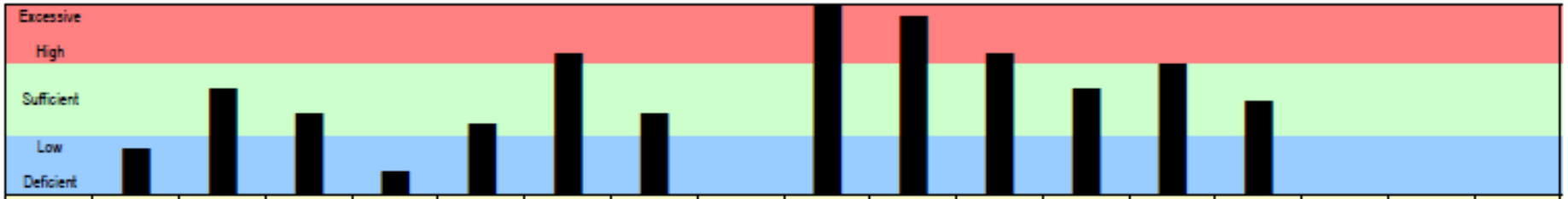
CLIENT NO: 1586 **SUBMITTED BY:** HUGH ENTERPRISE LTD

SEND TO: HUGH ENTERPRISE LTD
10-1 NISHIGOKENCHO
SHINJUKU-KU TOKYO JAPAN

GROWER: KITAKAMI

Graphical Plant Analysis Report

DATE OF REPORT: 11/21/2006 **LAB NO:** 47418 **SAMPLE ID:** G1 **CROP:** CREEPING BENT **PAGE:** 1



Analyte	Nitrogen N %	Sulfur S %	Phosphorus P %	Potassium K %	Magnesium Mg %	Calcium Ca %	Sodium Na %	Chloride Cl %	Iron Fe ppm	Aluminum Al ppm	Manganese Mn ppm	Boron B ppm	Copper Cu ppm	Zinc Zn ppm	Nitrate-N NO_3-N ppm	Phosphate PO_4-P ppm	
Test Results	2.99	0.34	0.38	1.66	0.24	0.82	0.02		3008	2237	190	16	30	48			
Normal Range	4.50 6.00	0.20 0.45	0.30 0.60	2.20 2.60	0.25 0.30	0.50 0.75	0.01 0.19		100 300	20 300	50 100	9 20	9 30	25 75			

Ratios	N/S	N/P	N/K	Ca/Mg	N/Ca	K/Mg	P/S	Fe/Mn	Fe/Al	K/Mn	Ca/B	Cu/Mo	P/Zn				
Actual	8.8	7.8	1.8	3.4	3.6	6.9	1.1	16.0	1.3	88	525		80				
Expected	17.0	11.0	2.1	2.4	8.3	9.6	1.5	2.7	2.0	320	400		90				

DATE SAMPLED: / **GROWTH STAGE / PLANT PART:** /

COMMENTS

POTASSIUM: A deficiency may arise in shallow, compacted, poorly aerated soils or leached sands. High levels of Na, Ca, or Mg may suppress K uptake.
IRON: If both Fe and Al are excessive, it may be simply due to soil/dust contamination. A true toxicity shows as a bronzing on leaves with tiny brown spots.

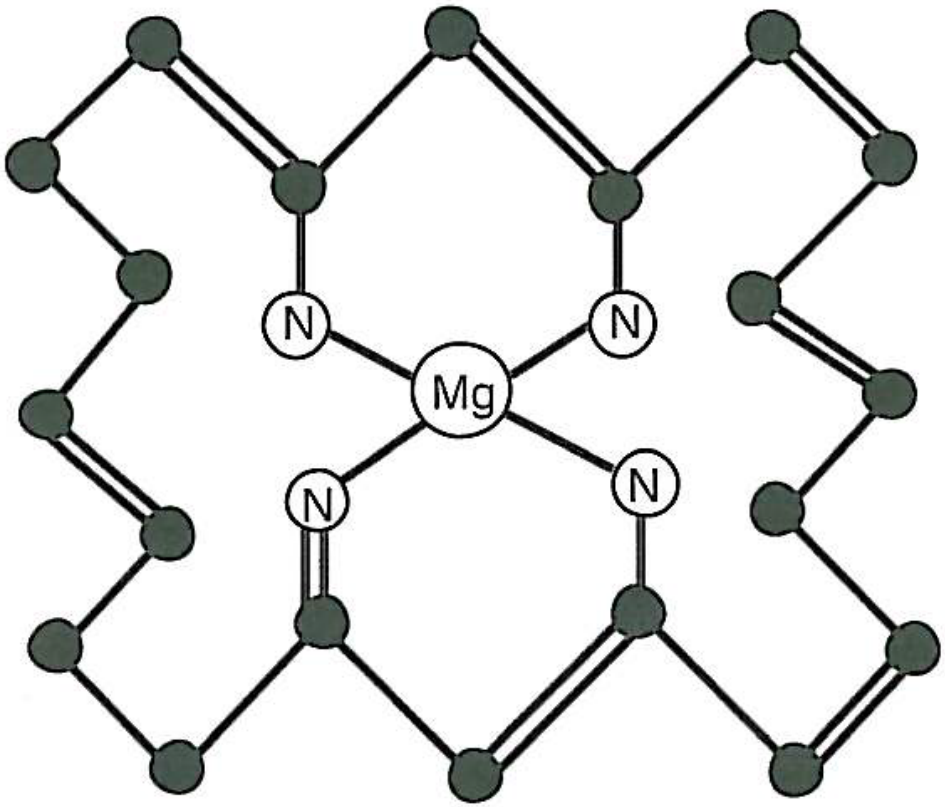
DEFINITION OF INTERPRETATION RATINGS

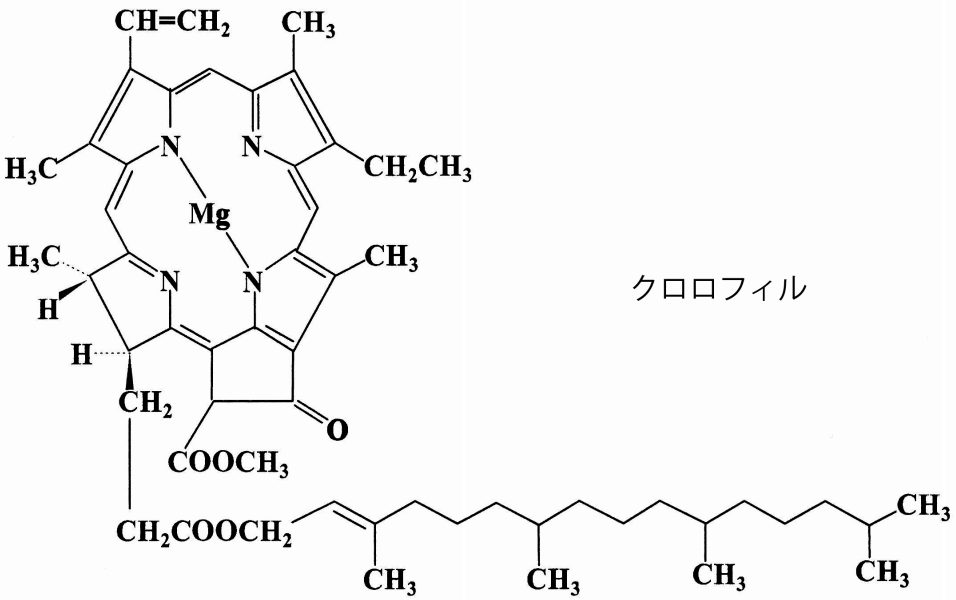
- Deficient: Plants should be showing visible symptoms of a nutritional deficiency. Plant growth would definitely be curtailed by an insufficient amount of this element.
- Low: Plants may be normal in appearance but probably will be responsive to fertilization with this element.
- Sufficient: Plants contain adequate amounts of this element for maximum yield and are normal in appearance.
- High: Optimum yields can be expected and plants are normal in appearance. However, concentrations of this element are higher than normally expected.
- Excessive: Plants probably show symptoms of a nutritional disorder or stunted growth. Yields may be reduced significantly by an excessive amount of this element.

"Our reports are for the exclusive and confidential use of our clients, and may not be reproduced in whole or in part, nor may any reference be made to the work, the result or the company in any advertising, news release, or other public announcements without obtaining our prior written authorization." Ratings are based upon agronomic research and experience. Dust, sprays, method of sampling, time of year and variety all have an impact on results, so interpret with caution. © Copyright 1998 A & L WESTERN LABORATORIES, INC.

Mike Buttress, CPAg
A & L WESTERN LABORATORIES, INC.

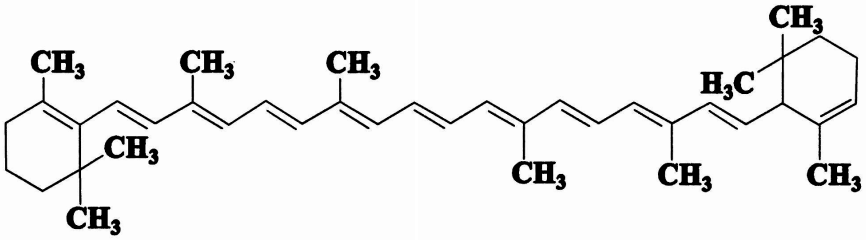
窒素と葉緑素

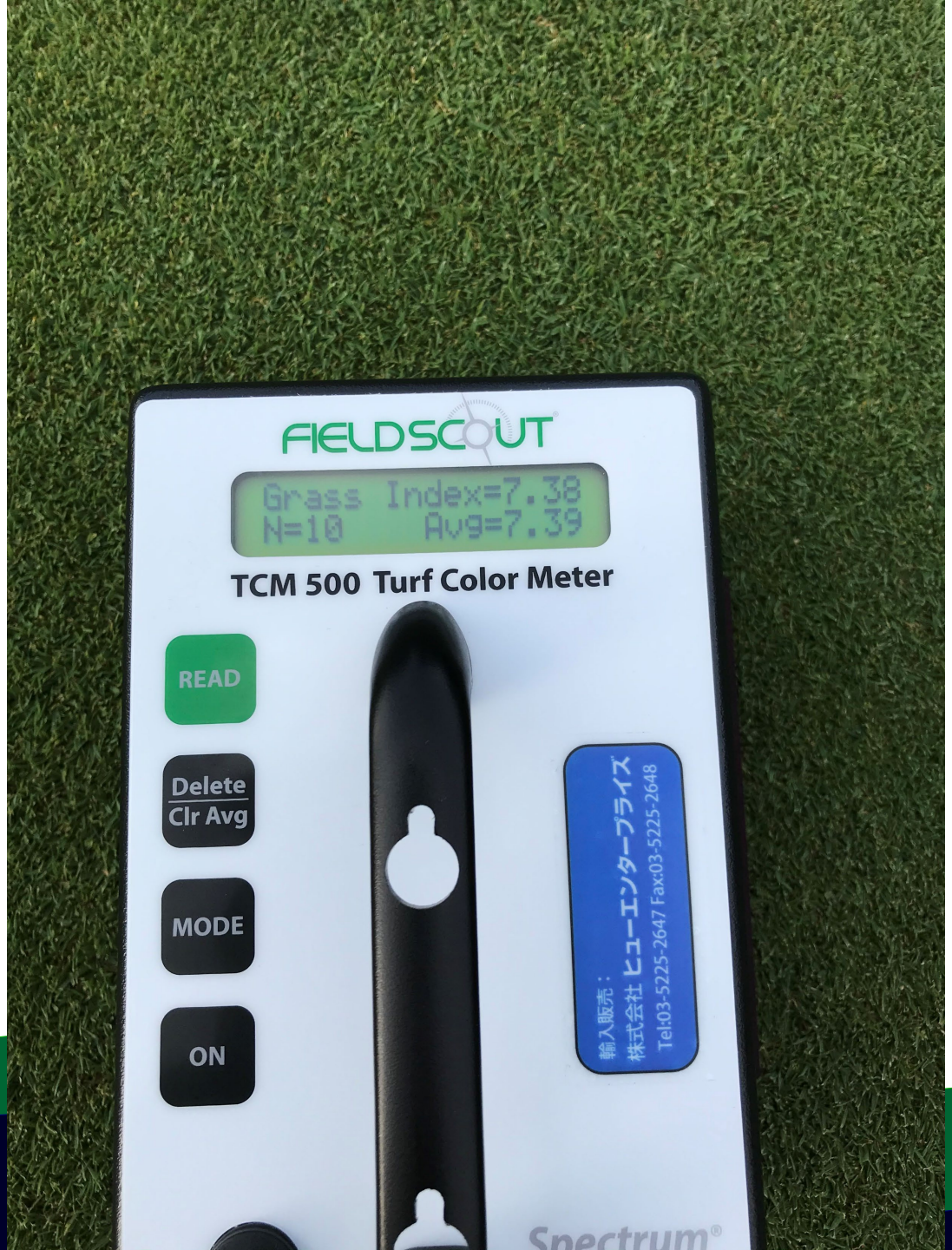



CH=CH2
CH3
H3C
N
N
CH2CH3
Mg
H3C
CH3
N
N
H
H
CH2
O
COOCH3
CH2COOCH2
CH3
CH3
CH3
CH3
CH3

クロロフィル

カロチン


CH3
CH3
CH3
CH3
H3C
CH3
CH3
CH3
CH3
CH3


FIELDSCOUT
Grass Index=7.38
N=10 Avg=7.39
TCM 500 Turf Color Meter
READ
Delete
Clr Avg
MODE
ON
輸入販売：
株式会社 ヒューエンタープライズ
Tel:03-5225-2647 Fax:03-5225-2648
Spectrum

ＮＤＶＩ葉色度計

- 葉緑素の推定量がわかり植物の強度がわかる
- スペクトラム社のはＮＤＶＩ値だけでなくＧＩ値（グラスインデックス）がわかり使いやすい（7以上推奨）
- 葉緑素の推定量だけでなく、細胞壁の強度も推定できる
- 葉身分析をしなくても現場で肥料の効果が判定できる

431
On/Reset
FIELDSCOUT
TruFirm

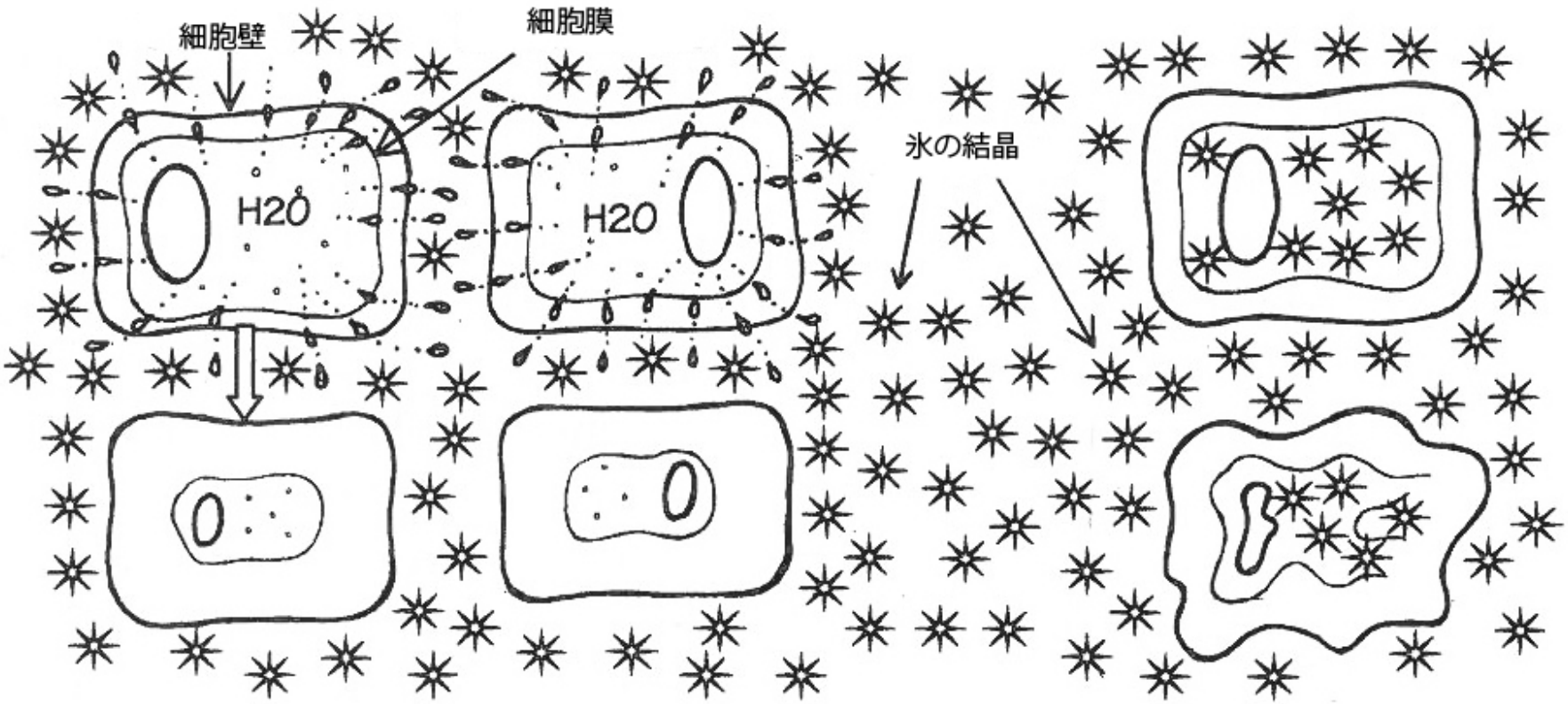
年間の窒素施肥量	ペンクロスベントの刈高3.96mm(0.156インチ)での各窒素施肥量による平均グリーンスピード(フィート)		
	1年目	2年目	3年目
27g/㎡	8.82	8.69	7.91
13.5g/㎡	9.58	9.45	8.66
差	0.76	0.76	0.75

【カリの年間施肥量】 （g/ m²）	【擦切れ抵抗性】 擦切れシュミレーターで 芝が無くなるまでの回数	【葉身中のカリ】 （%）
0	400	1.4
10	455	1.88
20	500	2.25
30	535	2.73
40	595	3.01
LSD	30	0.21

凍害の起こるシステム

- 細胞内凍結
- 細胞外凍結

凍害の起こるシステム



細胞外凍結　　細胞内凍結

凍害に対する生理学的抵抗性のメカニズム

- 加里（K）（無機水溶液）も細胞の凍結を防ぐ役目をする
- 細胞内の自由水量を減らす
- それ自身も凍結温度を下げ凍結防止する

寒地型芝の凍害

- 暖地型芝に比べると多くの問題は無い
- 枯死温度（冬季中旬）
  - 一般ライグラス　－５℃
  - クリーピングベント　－３５℃

寒地型芝の凍害

- 最も弱い品種
  - カタビラ
  - ペレニアルライグラス
  - トールフェスク
- カタビラ亜種　－31℃

寒地型の凍害

芝種	評価品種数	凍害枯死温度
ペレニアルライグラス	11	-15～-5
ハードフェスク	1	-21
クリーピングレッドフェスク	2	-24
ウィーピングアルカリグラス	1	-27
ケンタッキーブルーグラス	7	-30～-21
クリーピングベントグラス	3	-35

寒地型芝の凍害

- カタビラは最も凍害に弱い
- 春先に雪が解けて地表面の水分が増える
- カタビラの茎部の水分量が増える

寒地型芝の凍害

- ペレニアルライグラスも凍害に弱い
- 品種間の相違がある
- ＬＤ50　　-10.3　　vs　　-6.9

寒地型地域の凍害対策

- 凍害に強い品種を選ぶ
- 秋の寒さ順応期間の管理の重要性
- 排水性の確保

耐寒性能を高める

- タンパク質・アミノ酸・炭水化物・でんぷん・ショ糖
- 無機養分（カリ・K）

散水方法のポイント

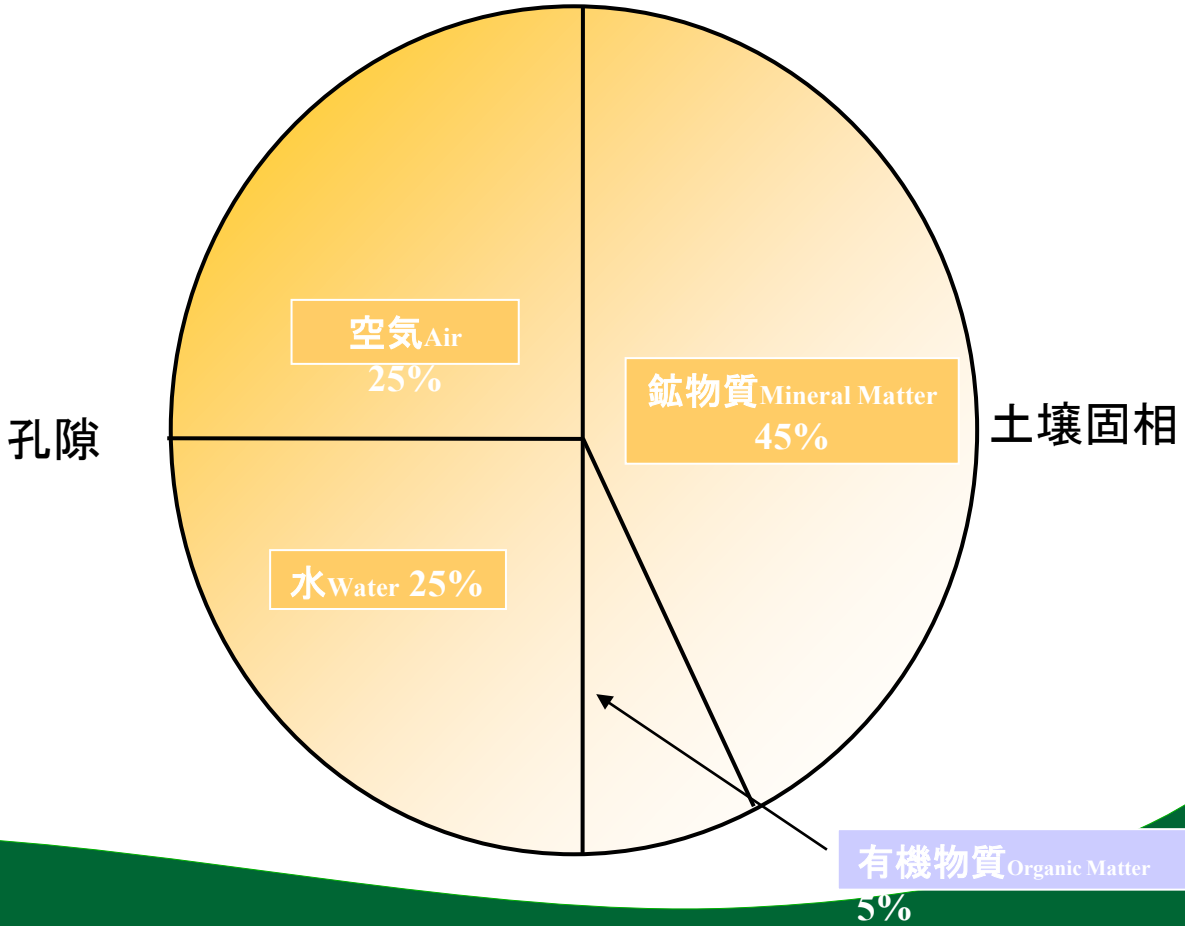
- 土壌水分計を活用して適正な土壌水分を維持する
- しおれ点　8%、最大20%
- 多量小回数が基本（空間を多く維持するため）
- 約1%の土壌水分が約1mm散水になる
- 多雨のため飽和した場合下がるのを待つ
- ターフロッド（3.5cm）が使えない場合は土壌表面に問題あり
- 土壌表面に有機物が多い場合は管理が難しい

土壤水分計

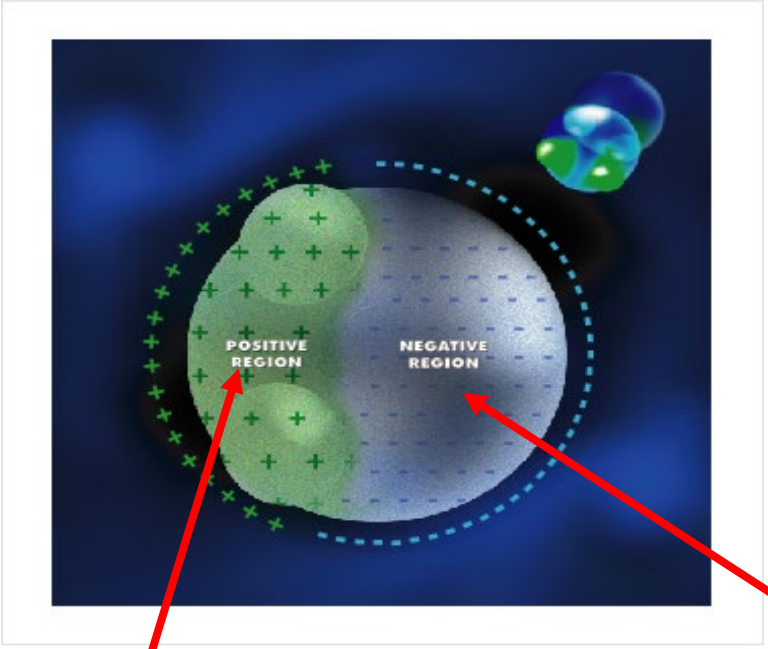
FIELDSCOUT
TDR 100
ON
MODE
Delete
Clr Avg
READ
Spectrum
Technologies, Inc.

土壌の構成物質（三相組成）

- 無機物
- 有機物
- 空気
- 水



水分子
THE WATER MOLECULE



水分子は

双極

THE WATER MOLECULE IS

DIPOLAR

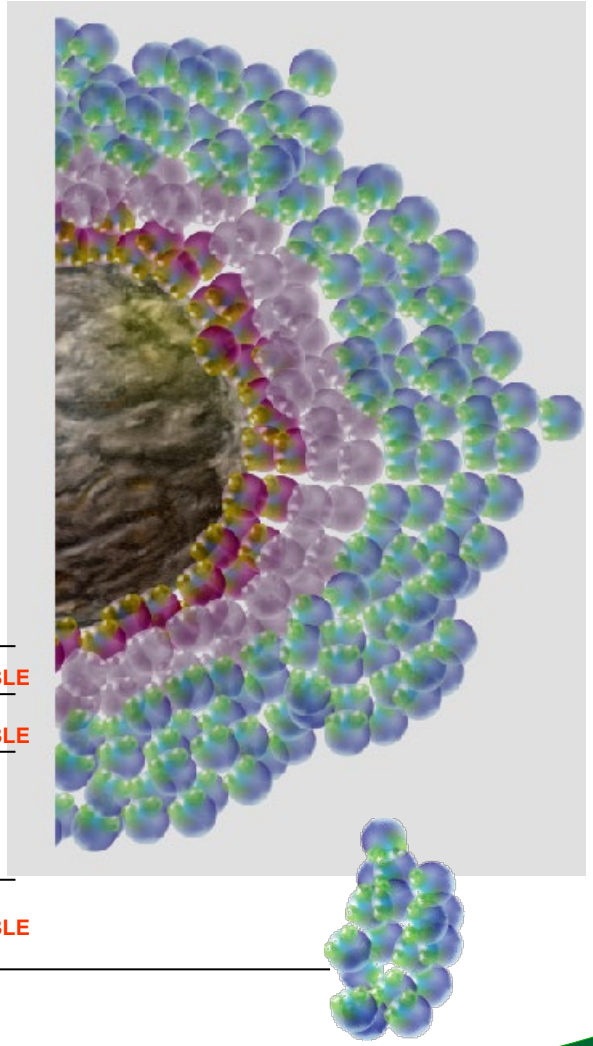
酸素側～マイナス極
The Oxygen end – Negative Potential

水素側～プラス極
The Hydrogen End – Positive Potential

利用可能な水

Water Availability

張力（バール）Tension (bar)



カラカラの乾燥Oven Dry (-10,000)

利用不可NOT AVAILABLE

弱る部分Wilting Point (-15)

利用不可NOT AVAILABLE

利用可能水
AVAILABLE WATER

湿りやすい共同因子Hygroscopic Coefficient (-31)

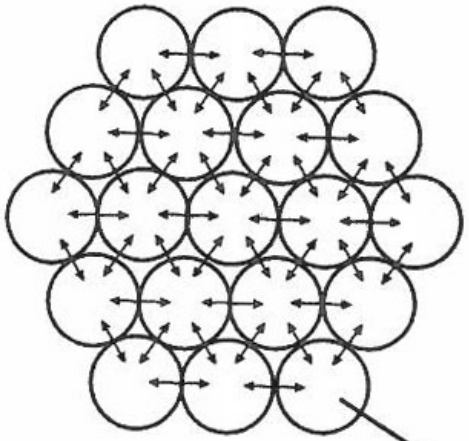
抱え込む領域Field Capacity (-0.3)

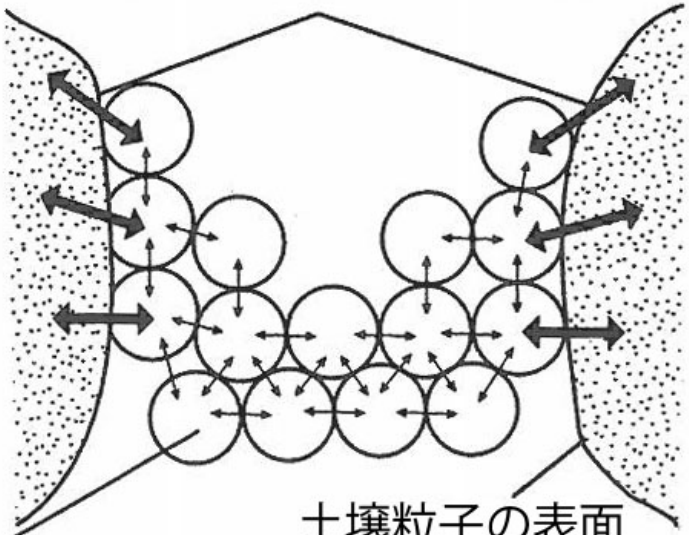
利用不可NOT AVAILABLE

重力作用水Gravitational Water (>0.3)

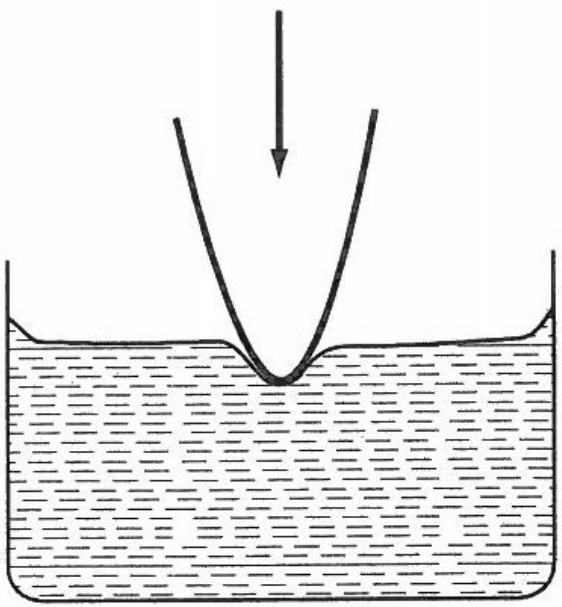
空気中の水分子
お互いの凝集力で集まる

水分子が土壌粒子表面と
界面力で強固に引き付け合う

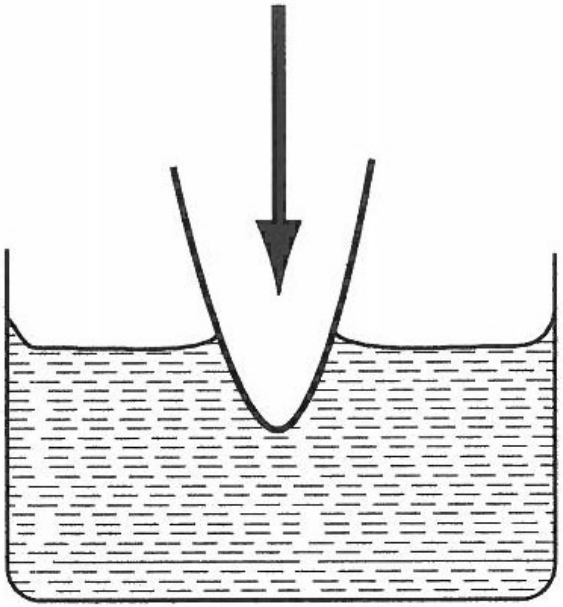




水分子同士の凝集力で引き付け合う

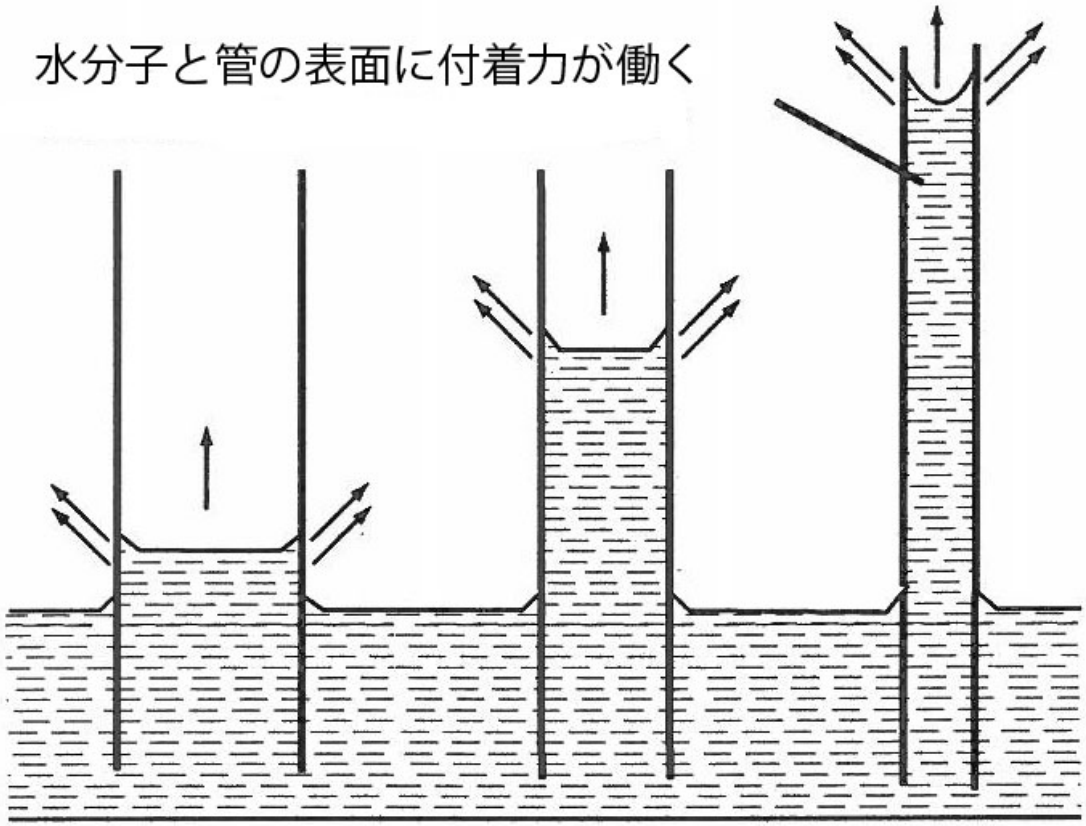


緩やかな力で
表面張力を押さえる

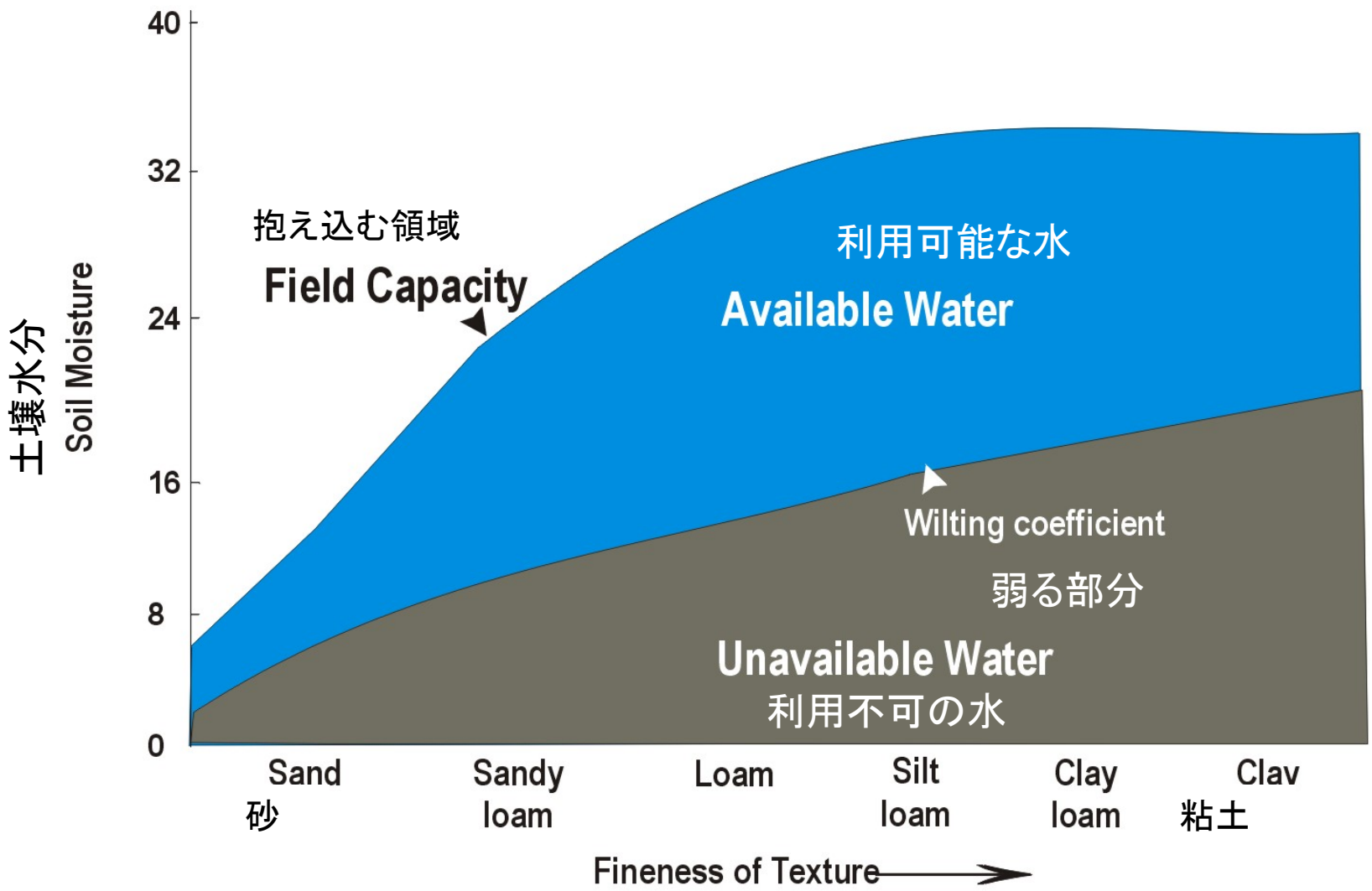


強い力で表面張力を
破る

水分子と管の表面に付着力が働く



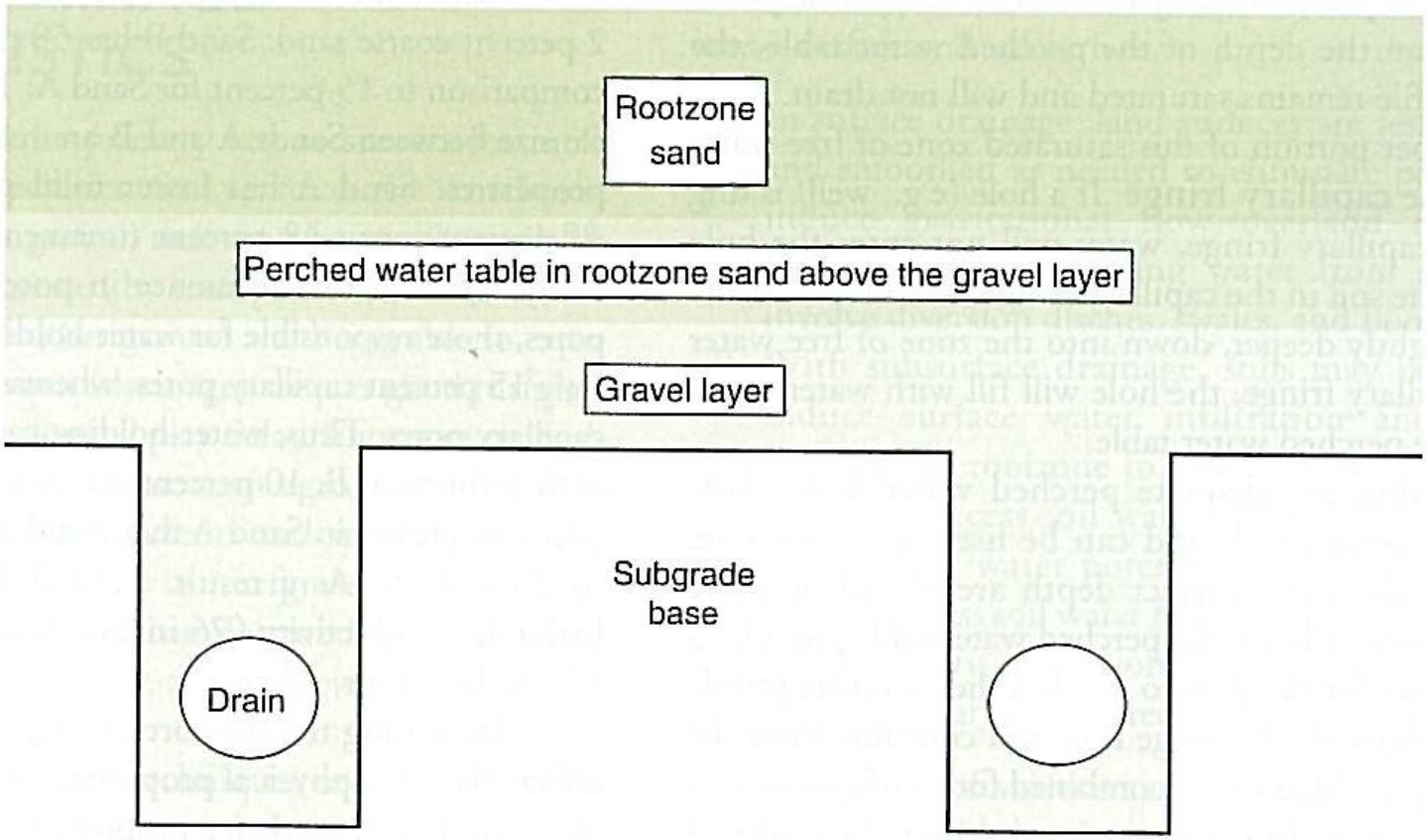
付着力によって重力に反して上に向かって水が移動する
毛細管現象



きめ細かくなる

Simplot

グリーンの構造


Rootzone sand
Perched water table in rootzone sand above the gravel layer
Gravel layer
Subgrade base
Drain

土壌ｐＨ問題

pH

- 水素イオン濃度指数
- pH＝－log[H]
- 水素濃度　高い＝酸性、低い＝アルカリ性
- pH1酸性、pH１０アルカリ性
- 塩基性＝OH
- 土壌のpHは土壌中の水素イオン＝H^+

pH

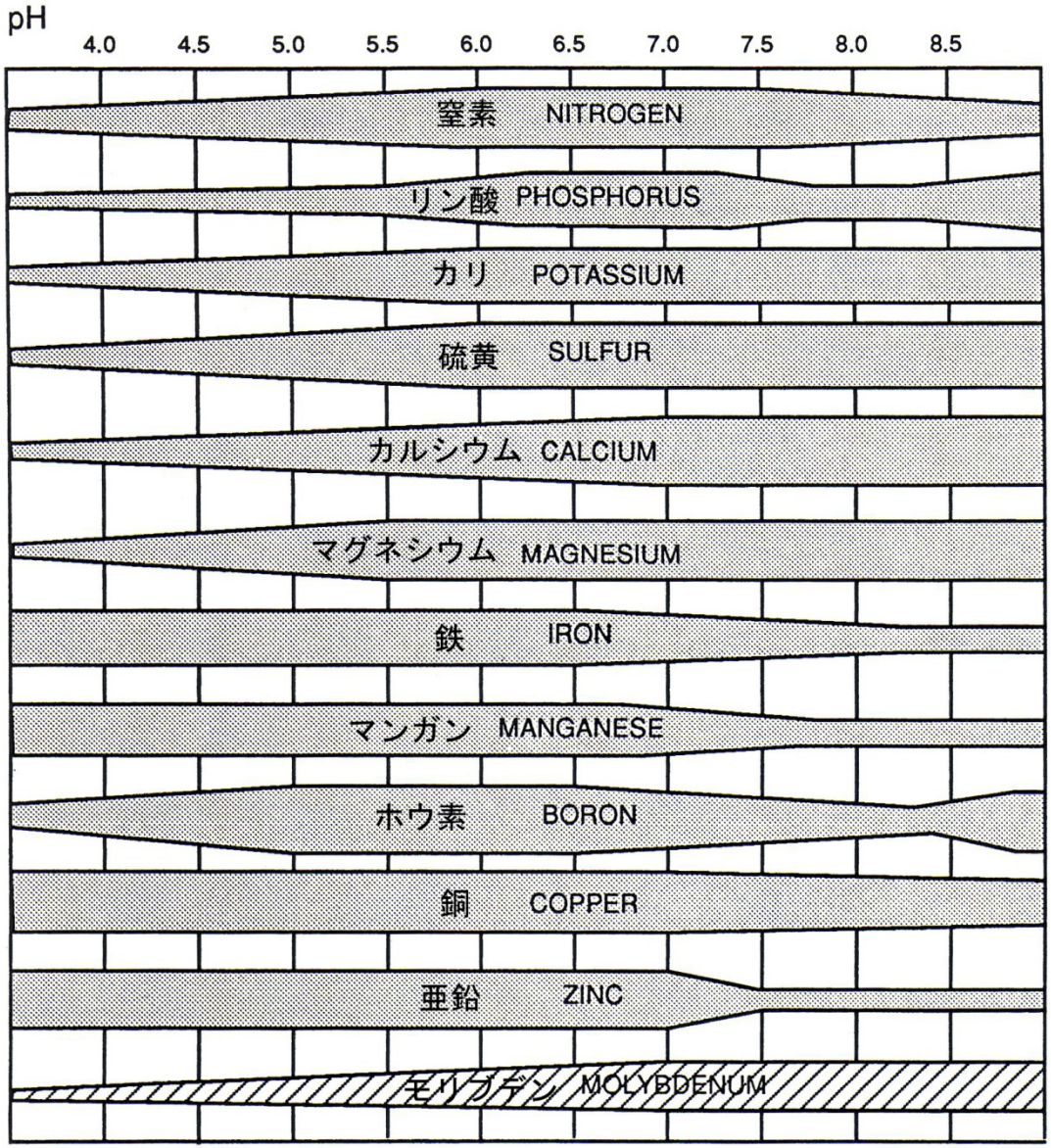
$H^+ + OH^- = H_2O$

- 水酸化カルシウム　Ca(OH)　消石灰(slaked lime)

TABLE 2-3. Range of pH Values for Several Common Substances

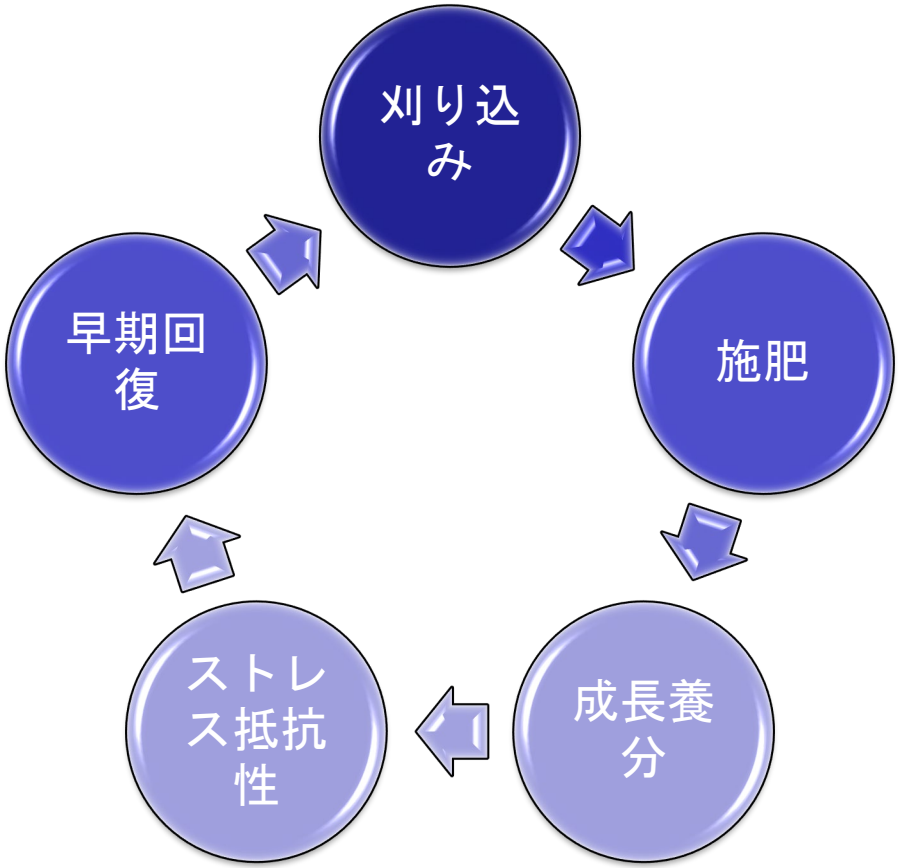
H^+ Concentration (moles per liter)	pH	OH^- Concentration (moles per liter)	Examples	pH	Description
1×10^{-14}	14	1.0	Lye (bleach)	13.0	Strong alkaline
1×10^{-13}	13	1×10^{-1}	Household ammonia	12.0	∧
1×10^{-12}	12	1×10^{-2}	Milk of magnesia	10.5	|
1×10^{-11}	11	1×10^{-3}	Soap	9.3	|
1×10^{-10}	10	1×10^{-4}	Antacid tablets	9.4	|
1×10^{-9}	9	1×10^{-5}	Baking soda	8.0	|
1×10^{-8}	8	1×10^{-6}	Seawater	7.9	∨
			Human blood	7.3	Weak alkaline
1×10^{-7}	7	1×10^{-7}	Pure water	7.0	Neutral
1×10^{-6}	6	1×10^{-8}	Fresh milk	6.7	Weak acids
1×10^{-5}	5	1×10^{-9}	Rain	5.6	∧
1×10^{-4}	4	1×10^{-10}	Sour milk	4.7	|
1×10^{-3}	3	1×10^{-11}	Beer	4.4	|
1×10^{-2}	2	1×10^{-12}	Coffee & Tomato juice	4.2	|
1×10^{-1}	1	1×10^{-13}	Orange juice	3.7	|
1.0	0	1×10^{-14}	Wine	3.5	|
			Vinegar	2.9	|
			Classic Coke	2.5	|
			Lemon juice	2.4	|
			Gastric juice	2.0	∨
			Battery acid	0.5	Strong acids

pHによる利用可能養分

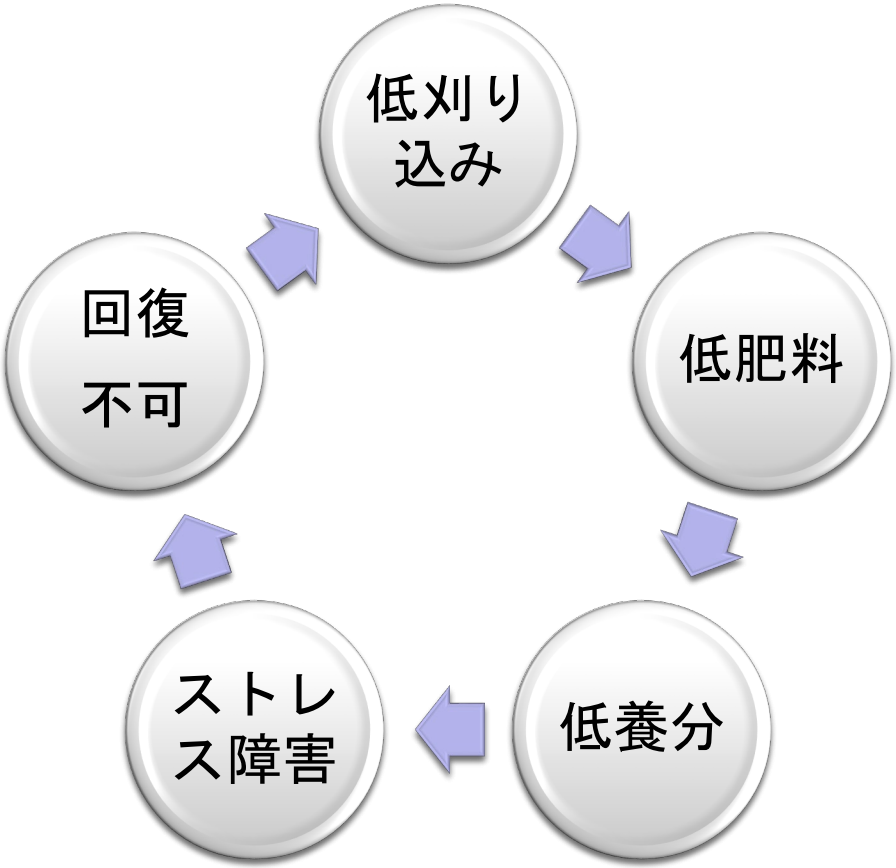


大局的な問題

好循環



大局的な問題



低刈込（低管理）の肥料

- 一日に必要な成分程度
- 天候、土壌にかかわらず肥効を維持
- 低散布回数
- エロージョン防止
- 雑草、病害

ギャラクシー42【樹脂被覆リニア型溶出尿素】

天然有機質とは

- 生命活動（動植物）の過程で生成された物質
- 生命活動には炭素が不可欠
- 植物⇒呼吸により二酸化炭素を吸収
- 動物⇒食べ物により吸収
- 炭素元素を骨格としてさまざまな物質が含まれる
- 炭素を中心とする“高分子”
- ほとんどの製品は“産業廃棄物”、“浄水場の汚泥”

有機物とは何か

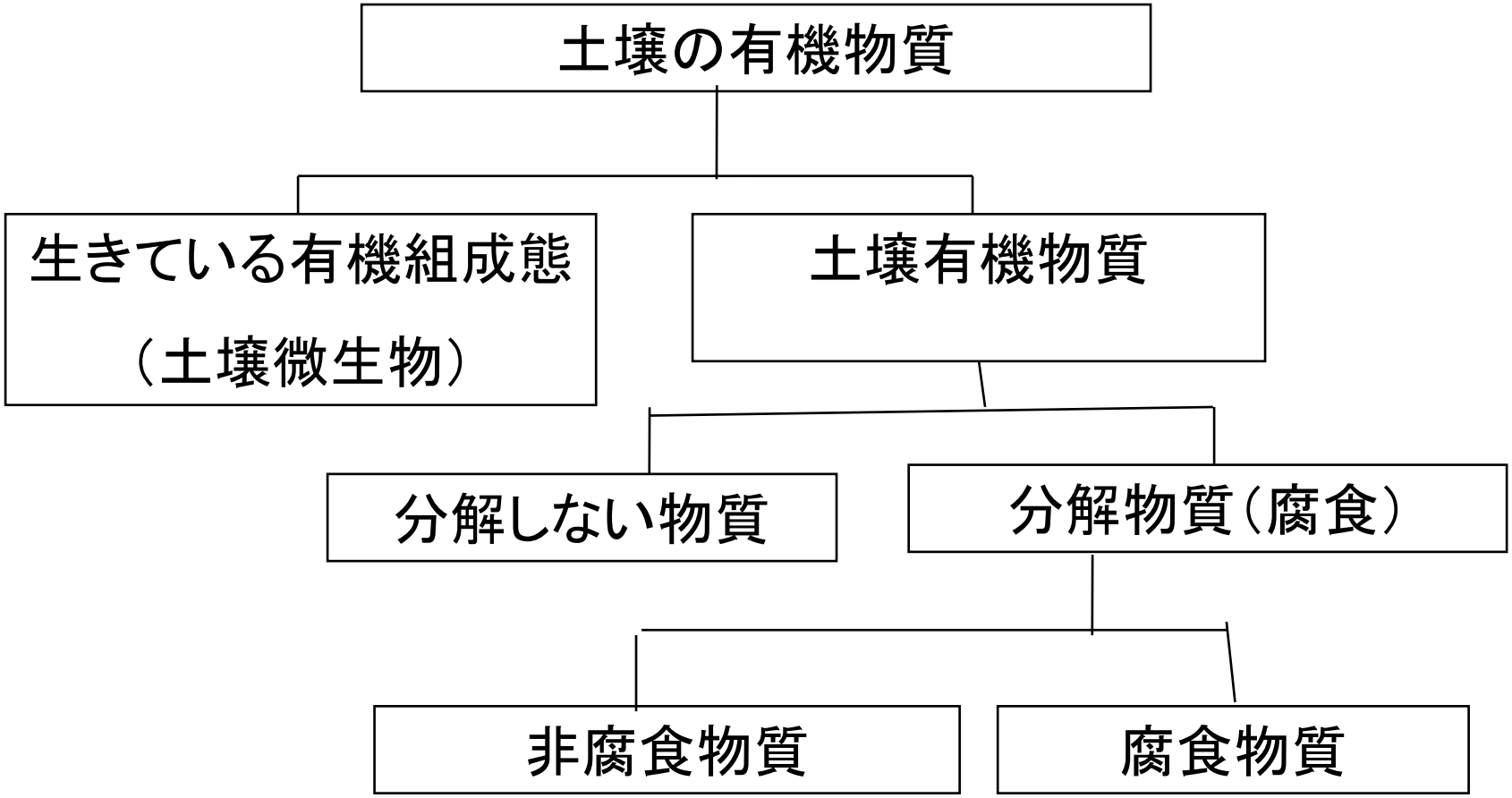
- 炭素（C）を中心にした化合物
- 天然有機と合成有機

- 反対語＝無機

有機とは？

- 炭素の酸化物や金属の炭酸塩など少数の簡単なもの以外のすべての炭素化合物の総称．ただし，有機化合物から除く炭素化合物の範囲は必ずしも一定していない．元来は有機体を構成する化合物および有機体によって生産される化合物という意味で名づけられたもので，生物の生活力によらなければ生成されないと考えられたが，ウェーラー(1828)が無機物質から尿素を合成することに成功して以来，そのような考えは否定された．
- 【岩波書店 理化学辞典第5版】

土壌の有機物質


土壌の有機物質
生きている有機組成態
（土壌微生物）
土壌有機物質
分解しない物質
分解物質（腐食）
非腐食物質
腐食物質

天然有機質を“芝生用の”肥料として利用した場合の功罪

良い点・・・・・・・

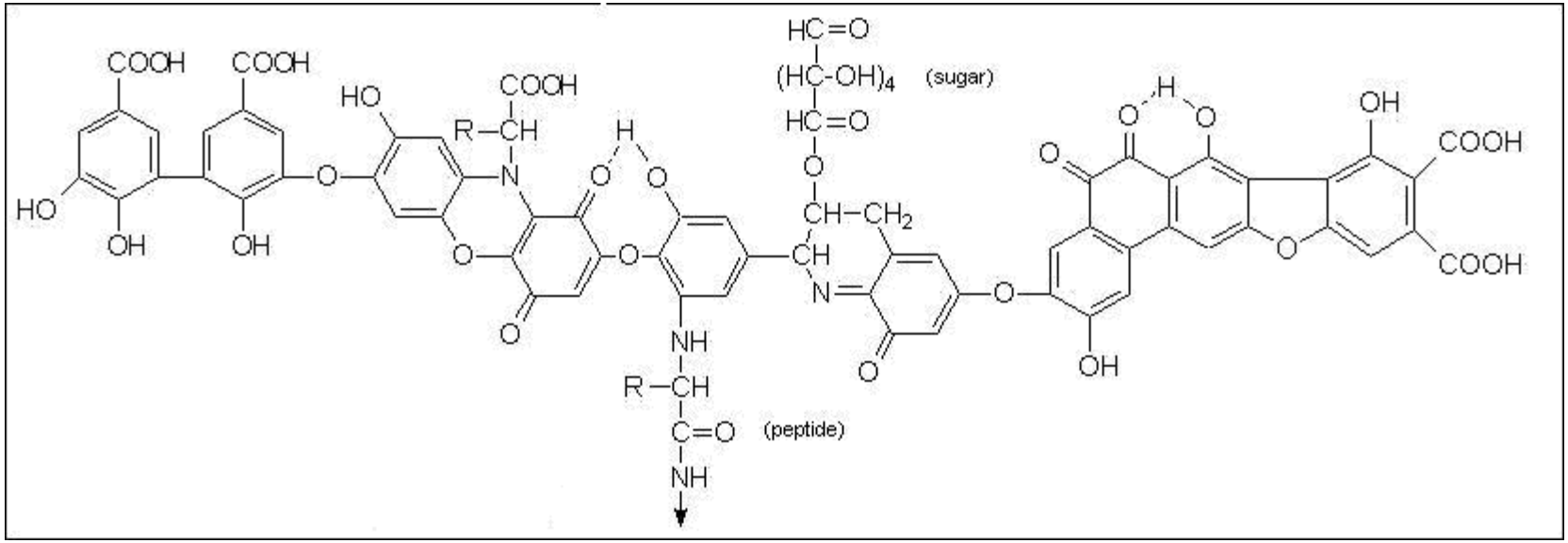
・微生物の活性が上がり土壌中の養分分解が促進される
・有機物中に含まれる植物養分が肥料養分として吸収される
・土壌の保水性、保肥性を上げる（CECは上がる）
・土壌中の必要量は3～5%

天然有機質を“芝生用の”肥料として利用した場合の功罪

悪い点・・・・

・土壌の排水が悪くなる
・多少の雨で長期間膿んでしまう＝刈り込めなくなる
・原料によって植物の成長に害のある成分が混入する場合がある（重金属）
・悪臭がする
・植物に必要な養分が十分に入っていない
・養分がいつ分解するかわからない＝水溶性が低い＝夏場だけ
・ミミズの発生を助長する
・病原菌を運び込む可能性がある
・雑草の種子を運び込む可能性がある
・ドライスポットを発生させてしまう
・養分、水分の均一な拡散や浸透を妨げてしまう
・土壌微生物の過剰な活性
・コンパクションが下がる

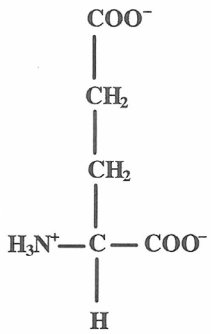
腐植酸の構造式


COOH
COOH
HO
OH
OH
HO
COOH
R—CH
N
O
H
O
O
O
O
O
HC=O
(HC-OH)4
(sugar)
HC=O
O
CH—CH2
CH
N=
O
O
NH
R—CH
C=O
(peptide)
NH
O
H
O
O
O
OH
COOH
COOH
OH

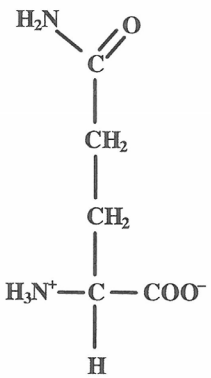
有機肥料のタイプ

・鶏糞、牛糞、豚糞、人糞
・骨粉、血粉、
・レザー粕（レザーミール）
・バーク堆肥
・活性汚泥
・腐植酸
・フミン酸
・アミノ酸
・たんぱく質
・糖
・炭水化物
・お茶粕
・コーヒー豆粕

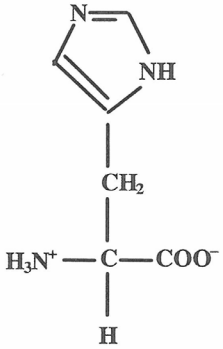
・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・などなど



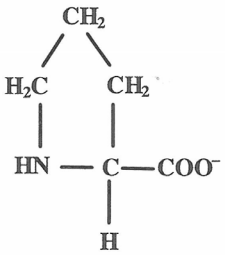
グルタメート



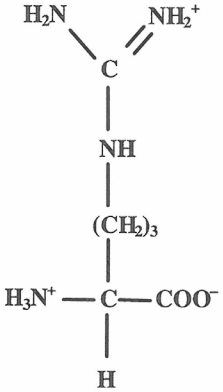
グルタミン



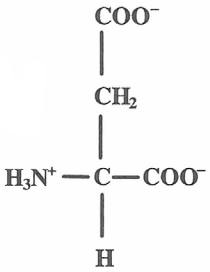
ヒスチジン



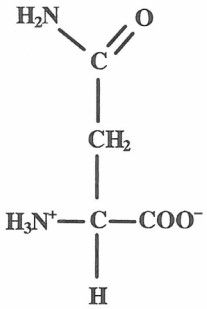
プロリン



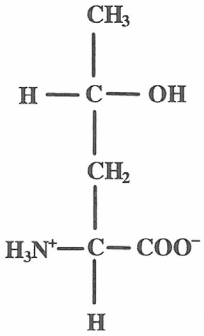
アルギニン



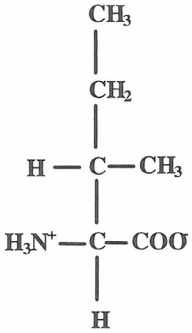
アスパルテート



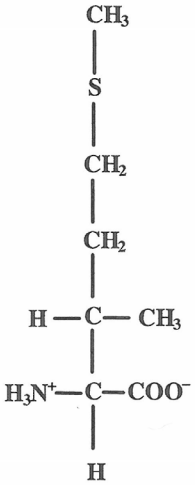
アスパラギン



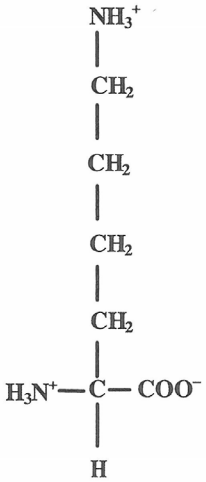
トレオニン



イソレチン



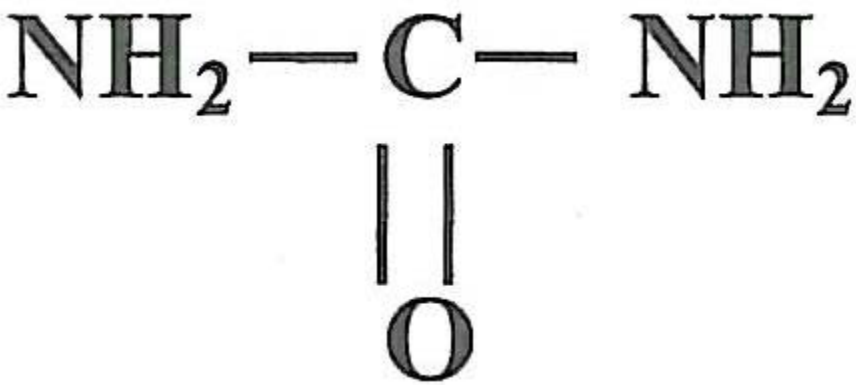
メチオニン



リジン

合成有機

●尿素（炭酸+アンモニア）
人類初の合成有機



炭素-窒素比（C/N比）

- 有機物の炭素含有量は40-50%
- 炭素が多いと微生物が窒素を利用してしまい植物に窒素が供給されない
- １５以下が望ましい
- 土壌有機　10
- ワラ　80
- おがくず　400

最初の3要素The First 3 Elements

炭素Carbon

水素Hydrogen

酸素Oxygen

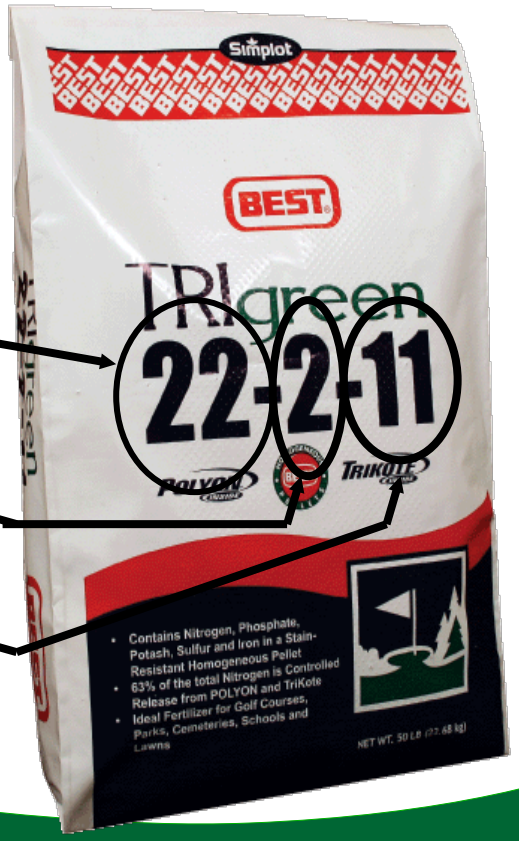
この成分は
空気中から
吸収します

The plants get these from the air and water

Simplot

主要要素The Macro Nutrients

- ☑ 窒素NITROGEN (N)
- ☑ リン酸PHOSPHORUS (P)
- ☑ カリPOTASSIUM (K)



Simplot

他の重要な要素 The Other Major Nutrients

☑硫黄 SULFUR (S)

☑カルシウム CALCIUM (Ca)

☑マグネシウム【苦土】 MAGNESIUM (Mg)

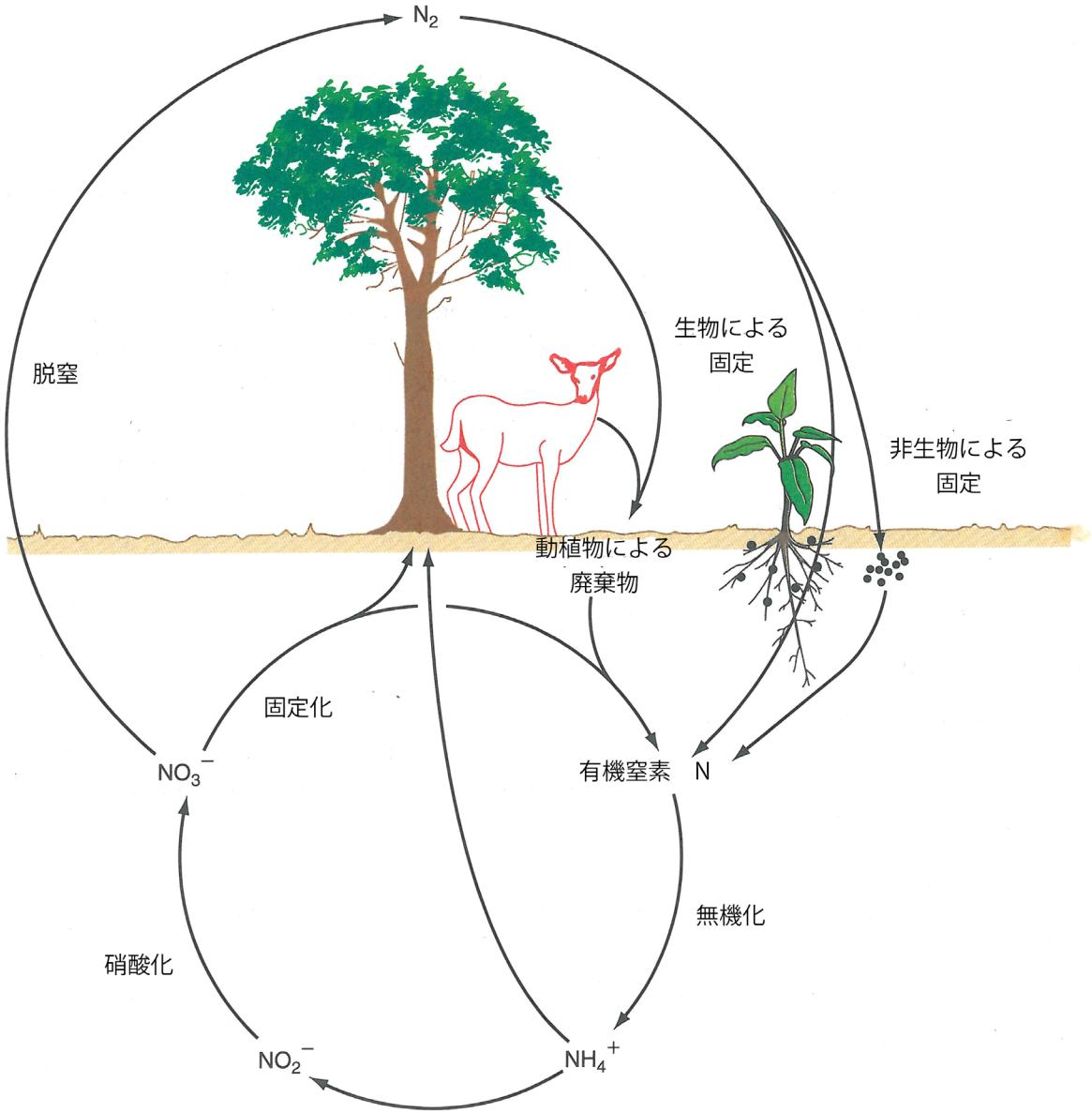
第一要素
Ｎ Ｐ Ｋ

- 主要栄養素
- 最も大量に必要

窒素（N）

- 植物の維持、成長に不可欠な要素
- 自然界の土壌にはほとんど含まれない
- 土壌中の窒素は大気に放出される
- 植物が吸収するのはNH_3^+、NO_3^-

窒素のサイクル


N_2
脱窒
生物による
固定
非生物による
固定
動植物による
廃棄物
固定化
NO_3^-
有機窒素　N
無機化
硝酸化
NO_2^-
NH_4^+

窒素の事実

- 大気中の８０％は窒素（N)
- １万㎡に77000トンの窒素（N)
- これはどこから来たのか？

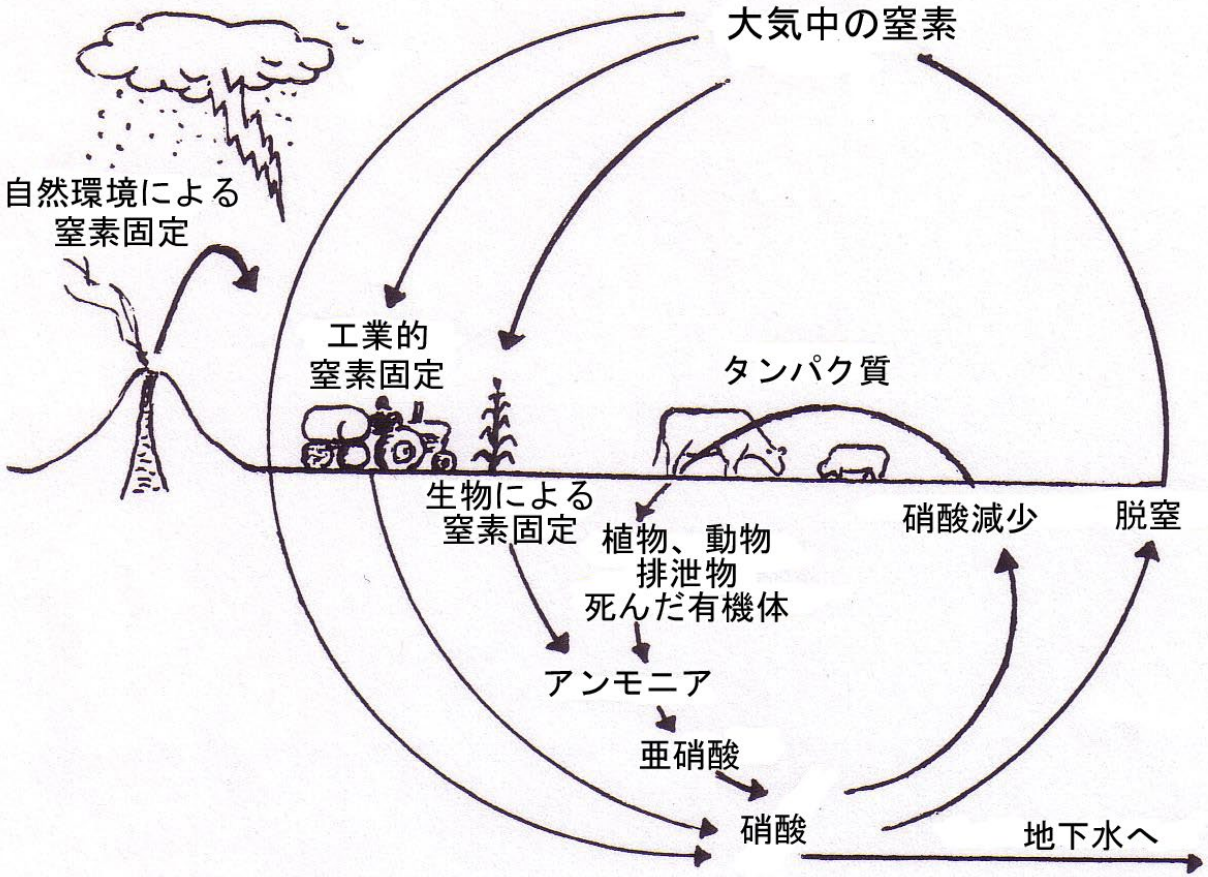
土壌中の窒素

- アンモニア態窒素（NH_4^+）
- 硝酸態窒素（NO_3^-)
- 有機体窒素
- 基本的に土壌分析結果から施肥計画を計算しない唯一の成分

窒素の役割

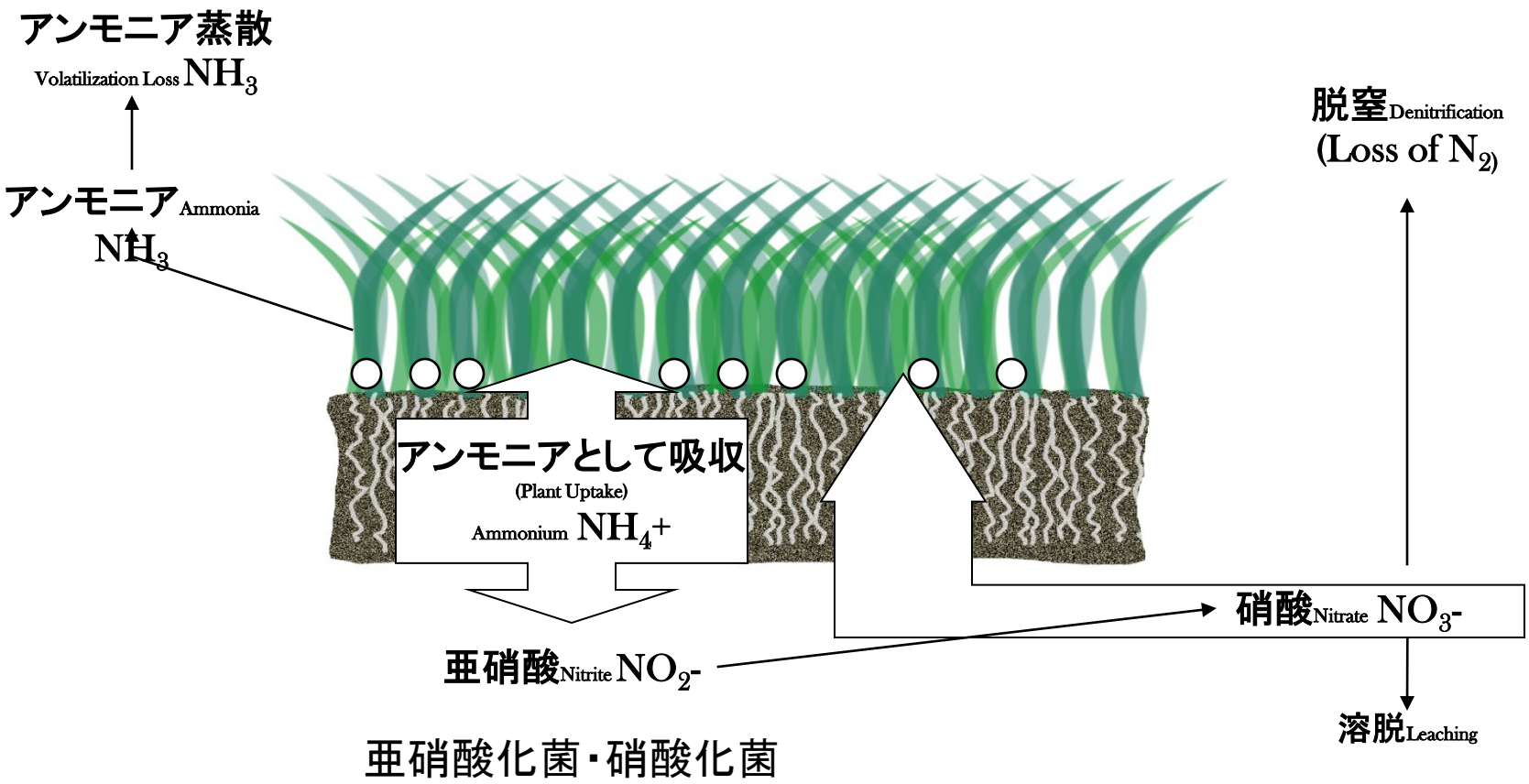
- 植物の速やかな成長を（茎、葉）促し、芝生の刈り込み後の回復や活性をあげる。
- 緑色を維持するための鍵になる葉緑素の機能と組成に関わる重要な成分
- アミノ酸、たんぱく質を合成するのに必要
- 他の養分の吸収バランスを調整する
- 生命維持に必要な核酸、酵素の組成に関わる基本成分

窒素のサイクル


大気中の窒素
自然環境による
窒素固定
工業的
窒素固定
タンパク質
生物による
窒素固定
植物、動物
排泄物
死んだ有機体
硝酸減少
脱窒
アンモニア
亜硝酸
硝酸
地下水へ

窒素固定がどのように働くか

How Does StabilizedNitrogen Work?



アンモニア態窒素と硝酸態窒素の特性比較

《アンモニア態窒素、NH4+》

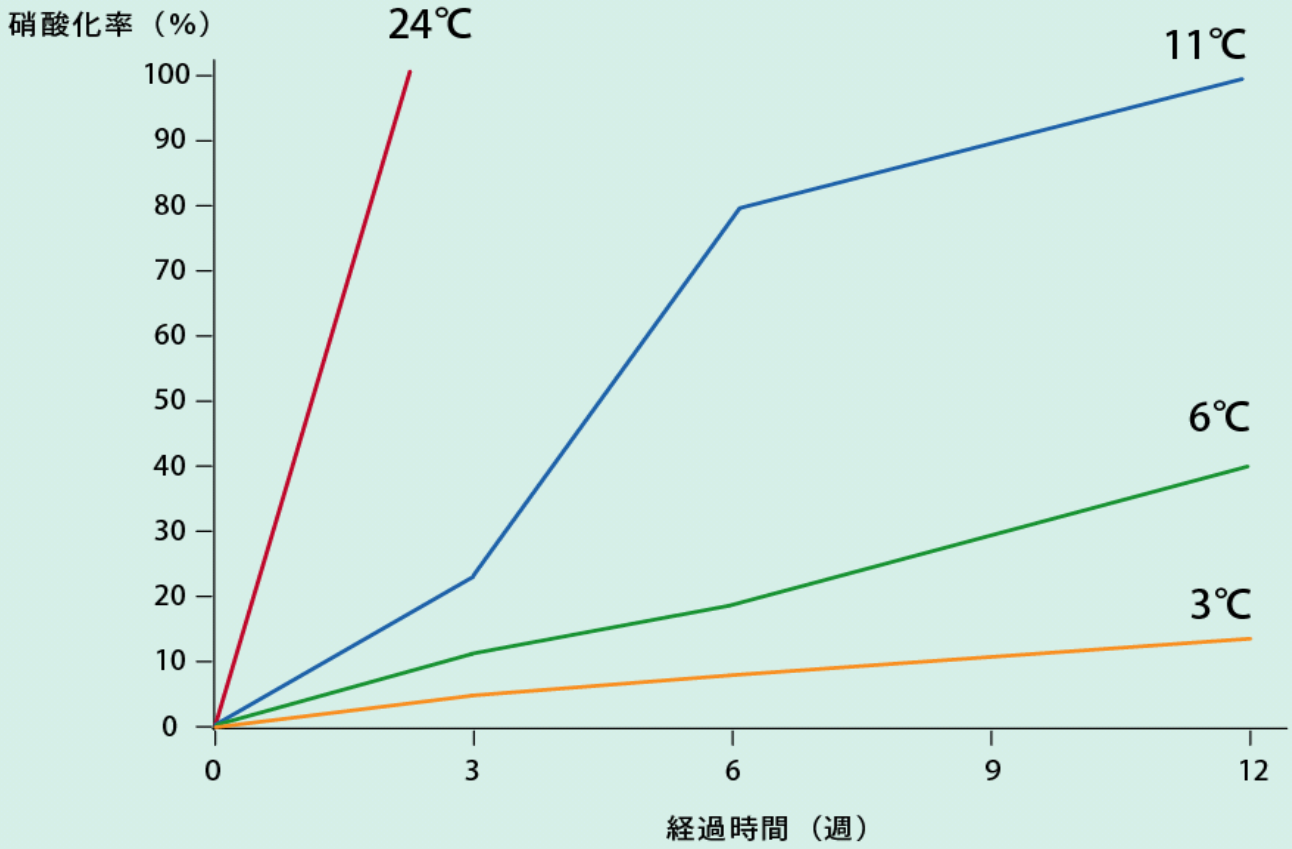
- プラスのイオンなので土壌中で安定
- 植物が必要な量の窒素量しか吸収されない
- 植物に取り込まれて1回の酵素反応でアミノ酸などのエネルギーに変換される

アンモニア態窒素と硝酸態窒素の特性比較

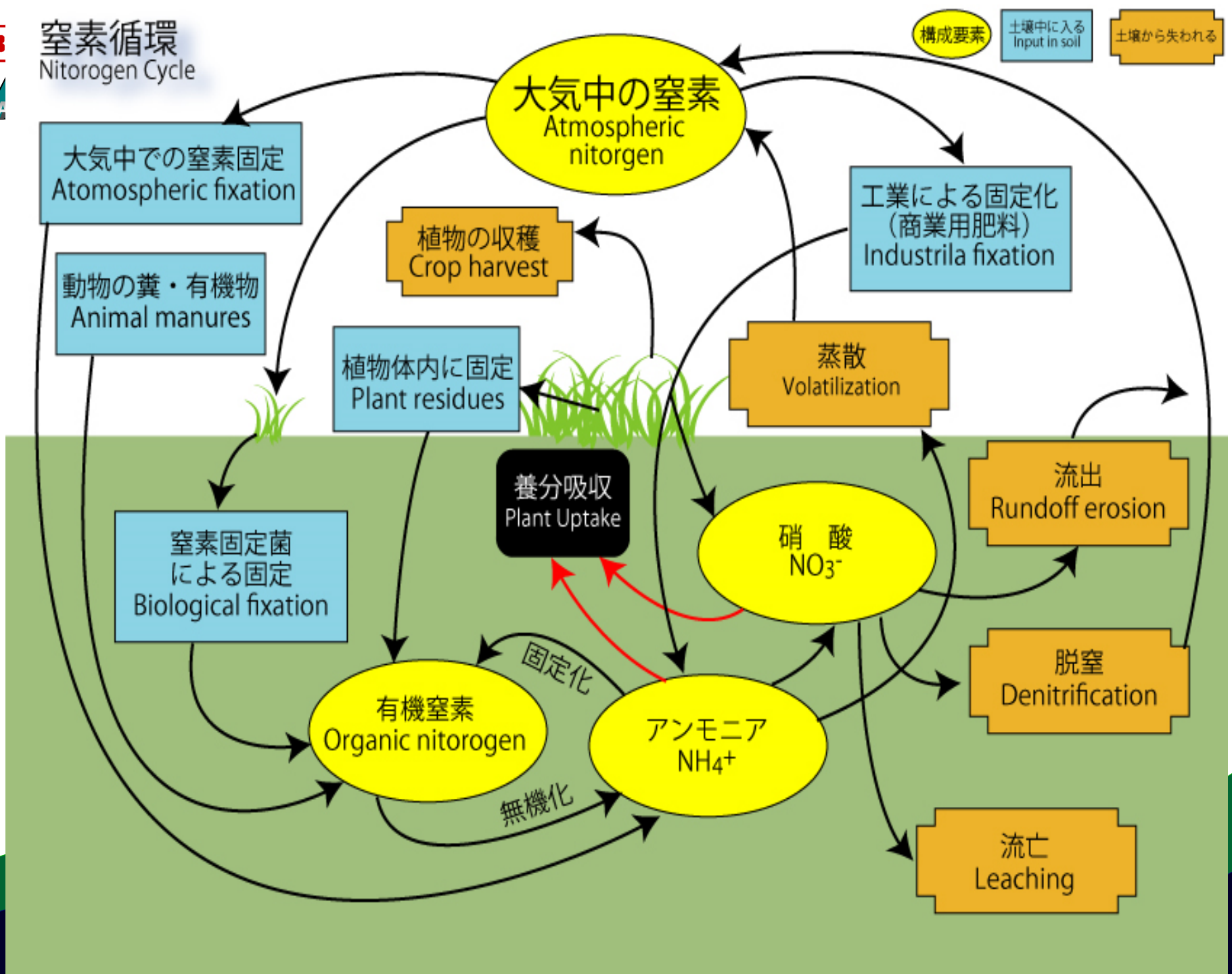
《硝酸態窒素、NO3-》

•マイナスのイオンなので土壌から簡単に流れ亡
•植物が必要必要としていなくても強制的に吸収
•植物に取り込まれて２回の酵素反応でアミノ酸などのエネルギーに変換される
•酸素との化合物なので土壌中の微生物に酸素がとられて窒素ガスとして大気中に放出される

土壌温度と硝酸化率



Simplot


窒素循環
Nitorogen Cycle
構成要素
土壌中に入る
Input in soil
土壌から失われる
大気中の窒素
Atmospheric
nitorgen
大気中での窒素固定
Atomospheric fixation
工業による固定化
（商業用肥料）
Industrila fixation
植物の収穫
Crop harvest
動物の糞・有機物
Animal manures
植物体内に固定
Plant residues
蒸散
Volatilization
養分吸収
Plant Uptake
流出
Rundoff erosion
窒素固定菌
による固定
Biological fixation
硝　酸
NO3-
脱窒
Denitrification
固定化
有機窒素
Organic nitorogen
アンモニア
NH4+
無機化
流亡
Leaching

葉面散布（葉面吸収）

- 葉は養分を吸収する器官ではない
- クチクラ（毛穴）からの染み込み
- m^2当たり20cc以下の散布量
- 吸収量は物質による
- 微量要素には有効

よくある問題

- リン酸過剰の土壌
  - 並びの無機肥料の連用
  - 活性汚泥の連用
  - 養分バランスの崩壊
- 有機物過剰の土壌
  - 有機肥料の連用
  - 排水不良・みみず・乾燥

ppm

- 100万分の1
- 100cmx100cm x深さ10cm
- 100L
- 土の比重1.5として
- 150kg
- 150kg=150,000g
- 1ppm=0.15g/㎡

Simplot
PROFESSIONAL PRODUCTS

16777 HOWLAND ROAD, P.O. BOX 198, LATHROP, CA 95330 • (209) 858-2511 • FAX (209) 858-2519

REPORT NUMBER: 04-327-032

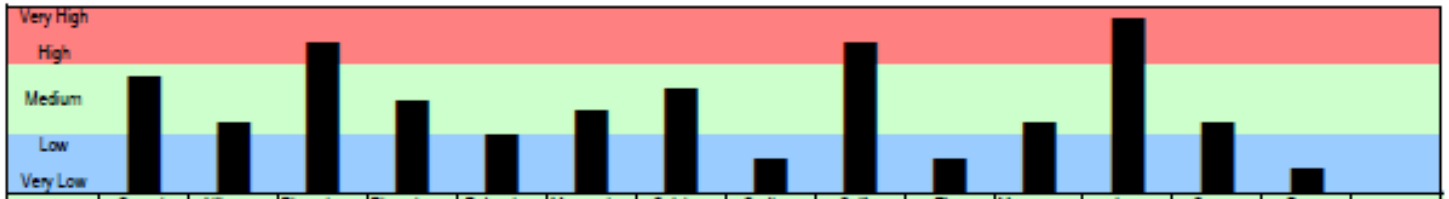
GROWER: HOLON GC

SEND TO: HUGH ENTERPRISE LTD
10-1 NISHI GOKENCHO
SHINJUKU-KU, TOKYO, JAPAN

SUBMITTED BY: TANAKA

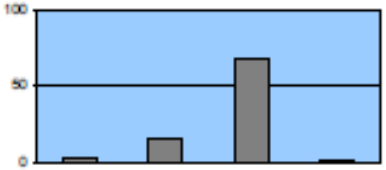
Graphical Soil Analysis Report

DATE OF REPORT: 11/24/04 LAB NO: 50722 SAMPLE ID: FW10 PAGE: 1



Analyte	Organic Matter percent	Nitrogen NO_3-N ppm	Phosphorus Weak Brey ppm	Phosphorus $NaHCO_3$-P ppm	Potassium K ppm	Magnesium Mg ppm	Calcium Ca ppm	Sodium Na ppm	Sulfur SO_4-S ppm	Zinc Zn ppm	Manganese Mn ppm	Iron Fe ppm	Copper Cu ppm	Boron B ppm	
Results	3.8	16	72	35	86	165	1215	40	35	0.8	5	76	0.9	0.2	
		LOW		AVERAGE	HIGH										

Percent Cation Saturation (computed)



Potassium K %	Magnesium Mg %	Calcium Ca %	Sodium Na %
2.5	15.3	68.3	1.9

ACIDIC BASIC

ECe dS/m	CEC meq/100g	Ex. Lime	pH
0.4	8.9	L	6.2

INCREASING SALINITY →

← INCREASING NEED FOR LIME

Buffer pH: 6.9

Soil Fertility Guidelines

CROP: ZOYSIAGRASS RATE: lb/1000 sq ft NOTES:

Dolomite (70 score)	Lime (70 score)	Gypsum	Elemental Sulfur	Nitrogen N	Phosphate P_2O_5	Potash K_2O	Magnesium Mg	Sulfur SO_4-S	Zinc Zn	Manganese Mn	Iron Fe	Copper Cu	Boron B	
				3.7	1	4			*				*	

COMMENTS

MAINTENANCE: Split the above amount over the year at a time according to local conditions and requirements. Choose a source that best fits this combination.
NITROGEN: The above requirements may need to be adjusted according to local conditions. Follow label instructions as controlled-release fertilizers may be applied less frequently.
* ZINC: Where levels are low, apply according to label instructions. Consider fertilizer brands that also contain zinc, although they may not be sufficient to correct a severe deficiency.
* BORON may not necessarily be deficient in the soil, and it is hard to correct an excessive application. Therefore, apply boron only if confirmed deficient through a leaf analysis.

"Our reports and letters are for the exclusive and confidential use of our clients, and may not be reproduced in whole or in part, nor may any reference be made to the work, the result or the company in any advertising, news release, or other public announcements without obtaining our prior written authorization." The yield of any crop is controlled by many factors in additions to nutrition. While these recommendations are based on agronomic research and experience, they DO NOT GUARANTEE the achievement of satisfactory performance. © Copyright 1994 A & L WESTERN LABORATORIES, INC.

Mike Buttress, CPAg
A & L WESTERN LABORATORIES, INC.

Simplot
PROFESSIONAL PRODUCTS

16777 HOWLAND ROAD, P.O. BOX 198, LATHROP, CA 95330 • (209) 858-2511 • FAX (209) 858-2519

REPORT NUMBER: 05-234-065

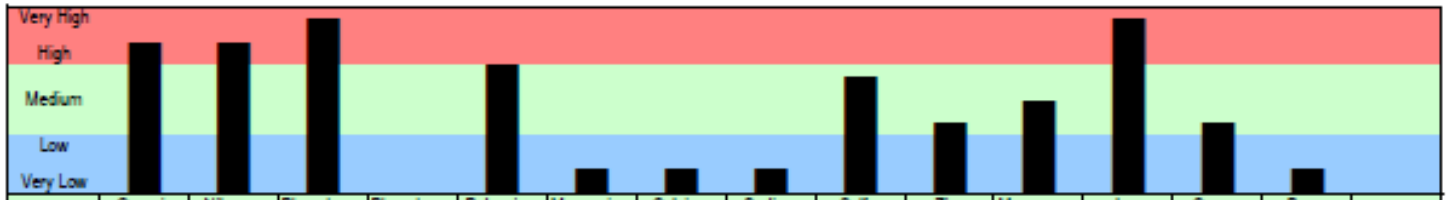
GROWER: TSUCHIURA CC

SEND TO: HUGH ENTERPRISE LTD
10-1 NISHIGOKENCHO
SHINJUKU-KU, TOKYO, JAPAN

SUBMITTED BY: TANAKA

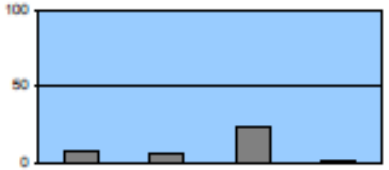
Graphical Soil Analysis Report

DATE OF REPORT: 08/24/05 LAB NO: 56809 SAMPLE ID: E1FW PAGE: 3



Analyte	Organic Matter percent	Nitrogen NO_3-N ppm	Phosphorus Weak Bray ppm	Phosphorus $NaHCO_3$-P ppm	Potassium K ppm	Magnesium Mg ppm	Calcium Ca ppm	Sodium Na ppm	Sulfur SO_4-S ppm	Zinc Zn ppm	Manganese Mn ppm	Iron Fe ppm	Copper Cu ppm	Boron B ppm
Results	7.6	44	188	172	234	68	429	16	28	1.6	8	125	0.9	0.2
		LOW	AVERAGE		HIGH									

Percent Cation Saturation (computed)



Potassium K %	Magnesium Mg %	Calcium Ca %	Sodium Na %
6.8	6.3	24.2	0.8
ACIDIC		BASIC	

ECe dS/m	CEC meq/100g	Ex. Lime	pH
0.6	8.9	L	4.4

INCREASING SALINITY →

← INCREASING NEED FOR LIME

Buffer pH: 6.5

NaHCO3-P unreliable at this soil pH

Soil Fertility Guidelines

CROP: ZOYSIAGRASS RATE: lb/1000 sq ft NOTES:

Dolomite (70 score)	Lime (70 score)	Gypsum	Elemental Sulfur	Nitrogen N	Phosphate P_2O_5	Potash K_2O	Magnesium Mg	Sulfur SO_4-S	Zinc Zn	Manganese Mn	Iron Fe	Copper Cu	Boron B
140				1.9		3		0.3					*

COMMENTS

THATCH CONTROL is necessary to discourage insect and disease problems, and avoid poor water penetration. Light vertical cutting plus topdressings (and liming if low pH) will aid decomposition. HIGH levels of organic matter should have a beneficial effect on growth and "soil" pH may not be as critical. However, watch carefully as amendments and extra nitrogen may still be necessary. PLEASE REFER to previous comments for remaining report.

"Our reports and letters are for the exclusive and confidential use of our clients, and may not be reproduced in whole or in part, nor may any reference be made to the work, the result or the company in any advertising, news release, or other public announcements without obtaining our prior written authorization." The yield of any crop is controlled by many factors in additions to nutrition. While these recommendations are based on agronomic research and experience, they DO NOT GUARANTEE the achievement of satisfactory performance. © Copyright 1994 A & L WESTERN LABORATORIES, INC.

Mike Buttress, CPAg
A & L WESTERN LABORATORIES, INC.

PROFESSIONAL PRODUCTS

16777 HOWLAND ROAD, P.O. BOX 196, LATHROP, CA 95330 • (209) 858-2511 • FAX (209) 858-2519

REPORT NUMBER: 06-321-006

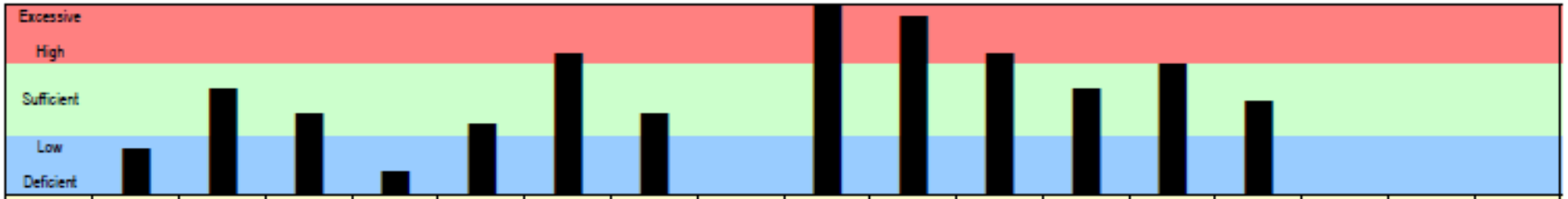
CLIENT NO: 1586 **SUBMITTED BY:** HUGH ENTERPRISE LTD

SEND TO: HUGH ENTERPRISE LTD
10-1 NISHIGOKENCHO
SHINJUKU-KU TOKYO JAPAN

GROWER: KITAKAMI

Graphical Plant Analysis Report

DATE OF REPORT: 11/21/2006 **LAB NO:** 47418 **SAMPLE ID:** G1 **CROP:** CREEPING BENT **PAGE:** 1



Analyte	Nitrogen N %	Sulfur S %	Phosphorus P %	Potassium K %	Magnesium Mg %	Calcium Ca %	Sodium Na %	Chloride Cl %	Iron Fe ppm	Aluminum Al ppm	Manganese Mn ppm	Boron B ppm	Copper Cu ppm	Zinc Zn ppm	Nitrate-N NO_3-N ppm	Phosphate PO_4-P ppm	
Test Results	2.99	0.34	0.38	1.66	0.24	0.82	0.02		3008	2237	190	16	30	48			
Normal Range	4.50 6.00	0.20 0.45	0.30 0.60	2.20 2.60	0.25 0.30	0.50 0.75	0.01 0.19		100 300	20 300	50 100	9 20	9 30	25 75			

Ratios	N/S	N/P	N/K	Ca/Mg	N/Ca	K/Mg	P/S	Fe/Mn	Fe/Al	K/Mn	Ca/B	Cu/Mo	P/Zn				
Actual	8.8	7.8	1.8	3.4	3.6	6.9	1.1	16.0	1.3	88	525		80				
Expected	17.0	11.0	2.1	2.4	8.3	9.6	1.5	2.7	2.0	320	400		90				

DATE SAMPLED: / **GROWTH STAGE / PLANT PART:** /

COMMENTS

POTASSIUM: A deficiency may arise in shallow, compacted, poorly aerated soils or leached sands. High levels of Na, Ca, or Mg may suppress K uptake.
IRON: If both Fe and Al are excessive, it may be simply due to soil/dust contamination. A true toxicity shows as a bronzing on leaves with tiny brown spots.

DEFINITION OF INTERPRETATION RATINGS

- Deficient: Plants should be showing visible symptoms of a nutritional deficiency. Plant growth would definitely be curtailed by an insufficient amount of this element.
- Low: Plants may be normal in appearance but probably will be responsive to fertilization with this element.
- Sufficient: Plants contain adequate amounts of this element for maximum yield and are normal in appearance.
- High: Optimum yields can be expected and plants are normal in appearance. However, concentrations of this element are higher than normally expected.
- Excessive: Plants probably show symptoms of a nutritional disorder or stunted growth. Yields may be reduced significantly by an excessive amount of this element.

"Our reports are for the exclusive and confidential use of our clients, and may not be reproduced in whole or in part, nor may any reference be made to the work, the result or the company in any advertising, news release, or other public announcements without obtaining our prior written authorization." Ratings are based upon agronomic research and experience. Dust, sprays, method of sampling, time of year and variety all have an impact on results, so interpret with caution. © Copyright 1998 A & L WESTERN LABORATORIES, INC.

Mike Buttress, CPAg
A & L WESTERN LABORATORIES, INC.

Simplot
Turf and Horticulture

PROFESSIONAL PRODUCTS

Simplot

Thank You