



芝生の管理に必要な 土壌学・肥料学

pHとカルシウム (Ca)
酸性土壌の問題と修正方法

2020年

株式会社ヒューエンタープライズ

The logo for Simplot, featuring the word "Simplot" in white lowercase letters with a small star above the 'i', set against a dark blue background with a green wavy line above it.

Simplot

酸性土壌の問題

- 近年土壌分析結果から、多くの土壌が酸性化して芝生の生育に不適切な状態となっています。
- 酸性土壌は修正しない限り直ることはありません。
- その問題点を簡易にご説明するべく本プレゼンテーションを作成しました。

酸性土壌になる理由

- 酸性土壌になる理由は沢山ありますが、その中でもよくある理由は・ ・
 - － 芝生による長年のカルシウムの収奪
 - － 降雨の増加と雨の酸性化
 - － 人為的理由
 - 天然有機物の過剰な使用
 - 「有機酸」資材の過剰な使用



酸性土壌を知る

酸性土壌を理解するにはまず土壌について
簡単に理解する必要があります・・・

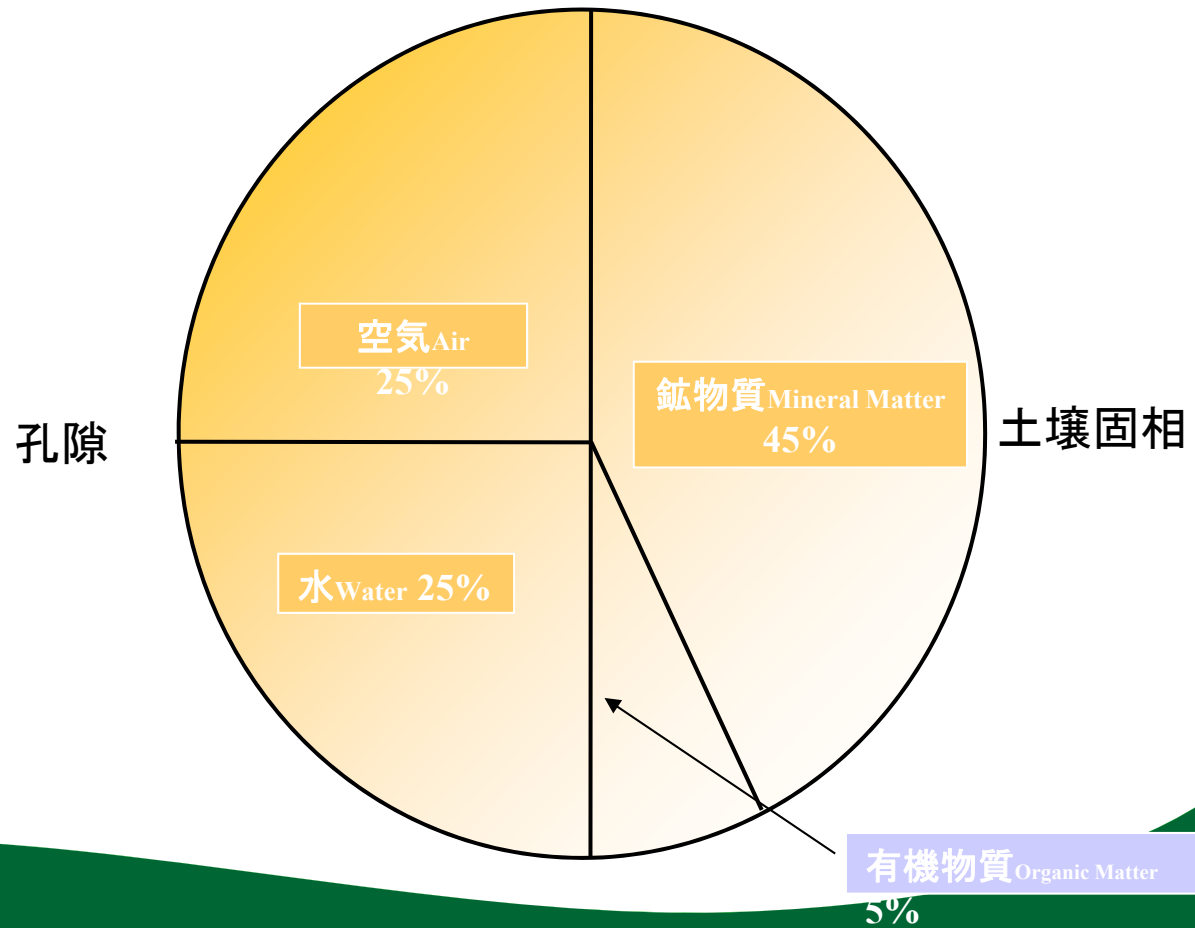
The Simplot logo is positioned in the bottom right corner of the slide. It features the word "Simplot" in a white, sans-serif font, with a small white star above the letter 'i'. The logo is set against a background of two wavy, horizontal bands: a dark green band on top and a dark blue band on the bottom.

土壌の粒子

- 土壌は大別すると「有機物」と「無機物」の二つに分類されその間に空間（孔隙）がある
- それらの個体（無機）部分はその粒子の大きさと分類され、土壌の性格を判断する材料となる

土壌の構成物質（三相組成）

- 無機物
- 有機物
- 空気
- 水

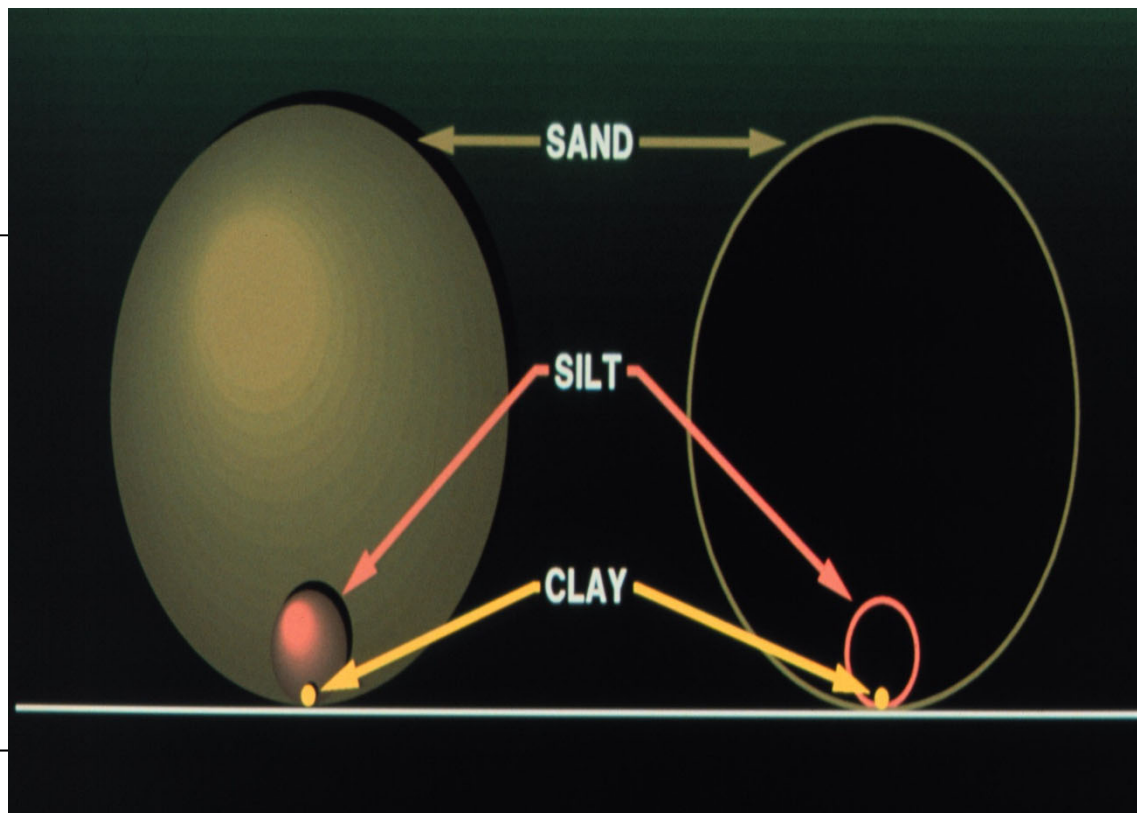


無機土壌

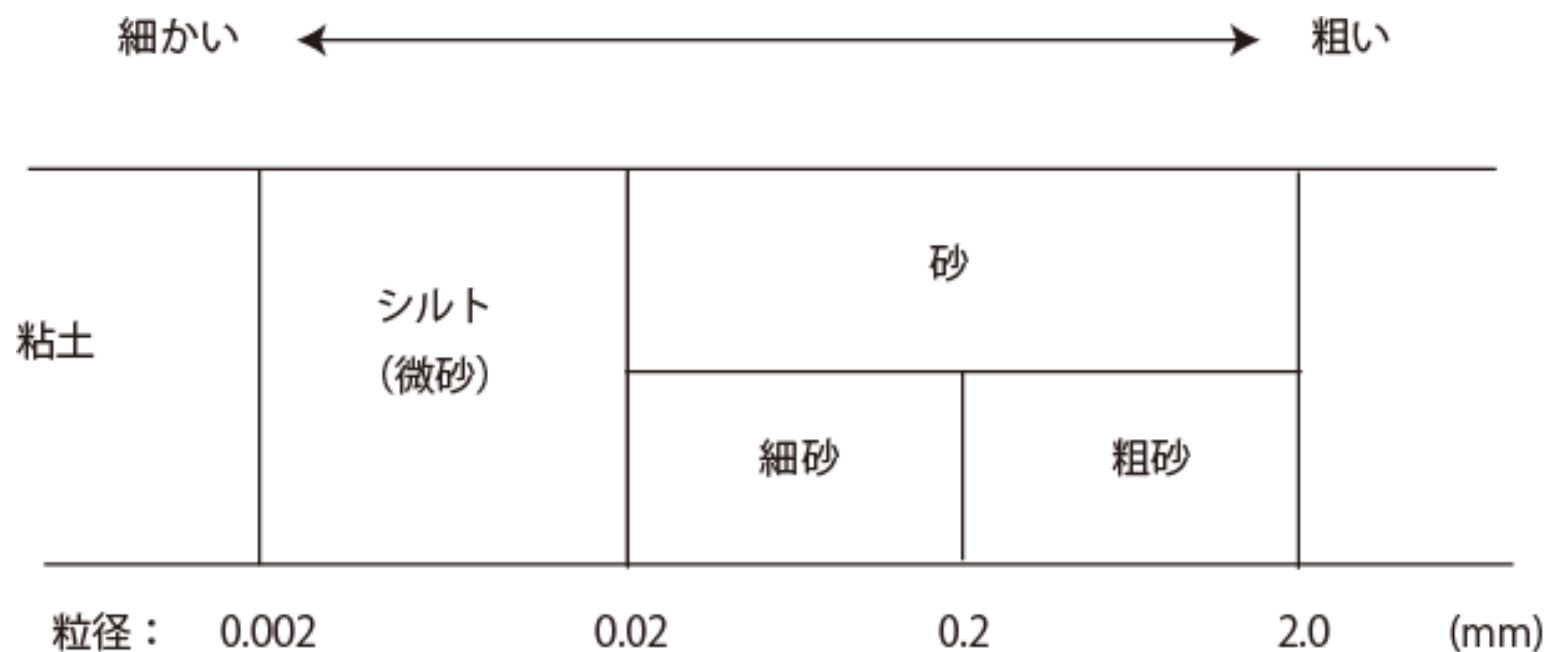
- 土壌の無機部分の粒子はその大きさで **3 つ** に分類される

3つの鉱物質の分類

- 砂
- シルト
- 粘土



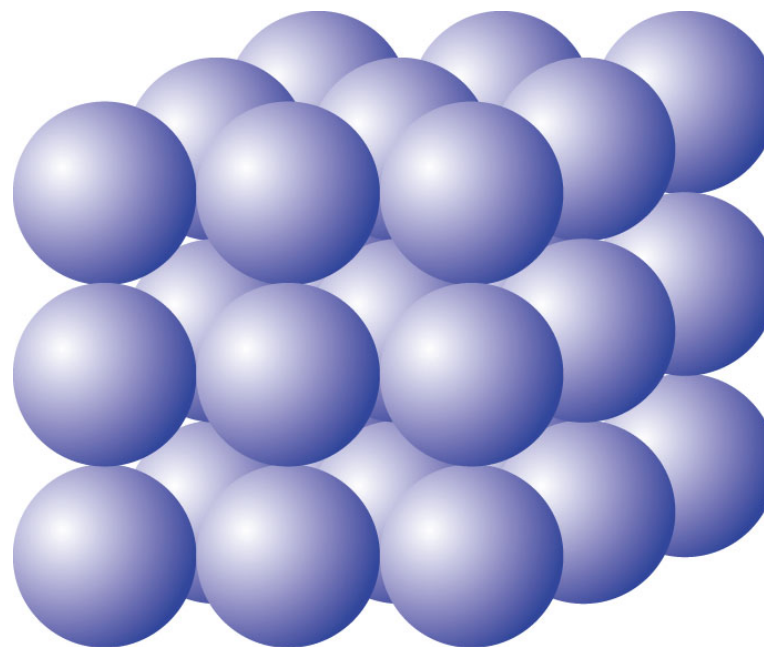
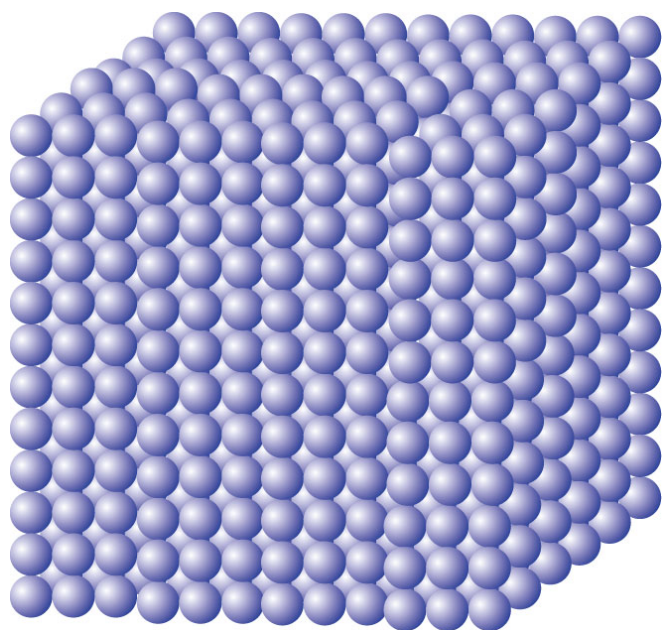
土壌の粒径区分



国際法による土壌の粒径区分



土壌粒子の総表面積



Simplot



土壌粒子の大きさ

土壌粒子	粒子の径	比較類推
大変粗い砂	2.00-1.00	直径2.4mの玉
粗い砂	1.00-0.50	直径1.2mの玉
中粗砂	0.50-0.25	直径0.6mの玉
細かい砂	0.25-0.10	バスケットボール
大変細かい砂	0.10-0.05	ソフトボール
シルト	0.05-0.002	ゴルフボール
粘土	0.002	ポップコーンの種



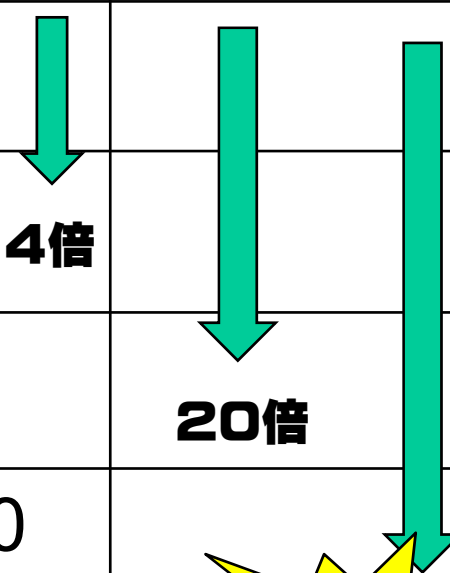
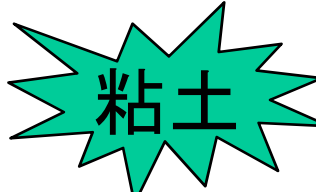
土壌粒子

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 (800m ²)

土壌粒子

国際土壌学会法

粒径区分	直径(mm)	1g当たり表面積(cm ²)	
粗砂	2.00-0.20	23	
細砂	0.20-0.02	91	
シルト	0.02-0.002	454	
 粘土	0.002以下	8,000,000 (800m ²)	

粘土粒子

粘土粒子の表面積は極端に
広いため、少量でも
土壌の物理性、化学性に与
えるインパクトが大きい

陽イオン/陰イオン

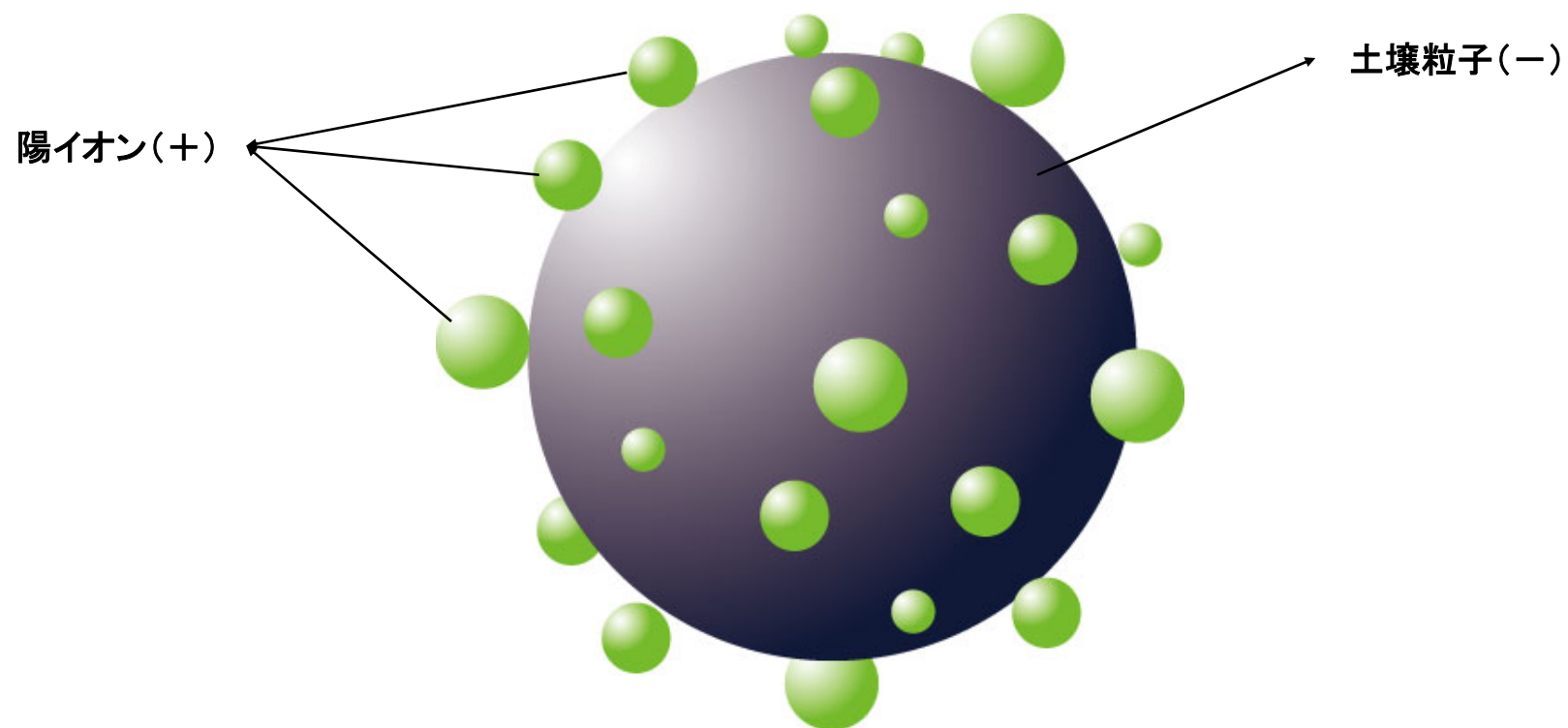
化学物質は陽子（+）と電子（-）の
数量のバランスで、
プラスのイオンである『陽イオン』と
マイナスのイオンである『陰イオン』
のどちらかになる

土壌はすべてマイナス（－）に荷電されているため、
土壌中の化学物質で陽イオン（＋イオン）になる物質は

土壌粒子表面に電氣的に付着する

陰イオン（マイナスイオン）は土壌粒子に付着できずに水溶液中を漂う・・・

土壌粒子と陽イオン





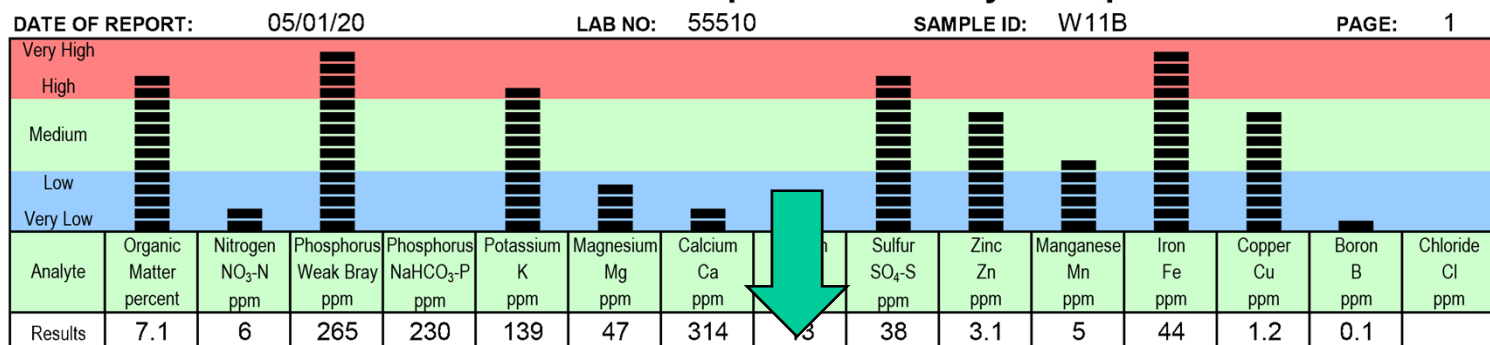
PROFESSIONAL PRODUCTS

CEC (陽イオン交換容量)

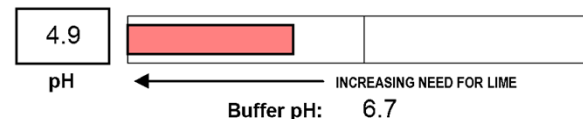
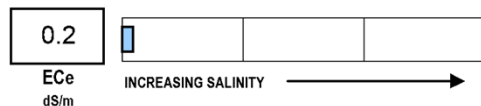
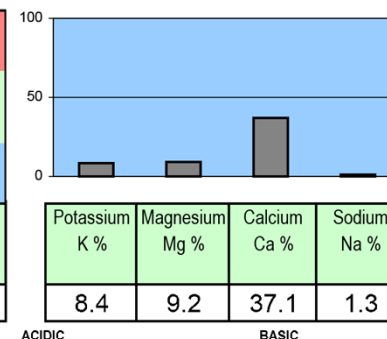
3-26 SHINOGAWAMACHI, TOKYO, JAPAN

SUBMITTED BY: M. TANAKA

Graphical Soil Analysis Report



Percent Cation Saturation (computed)



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 ₂ O ₅	Potash K ₂ O	Magnesium Mg	Sulfur SO ₄ -S	Zinc Zn	Manganese Mn	Iron Fe	Copper Cu	Boron B	
70				3.8		4							*	

C LIME ON TURF: Avoid exceeding 50 lb per 1,000 sq ft at any one time on established turf, as higher rates may cake on the thatch. Consider pelletized products for ease of application.

O 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 and avoid applications in winter.

M 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.

E 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.

Simplot

Regel Rogers

Regel Rogers, CCA, PCA
A & L WESTERN LABORATORIES, INC.

"This report 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 addition 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.



CEC(陽イオン交換容量)

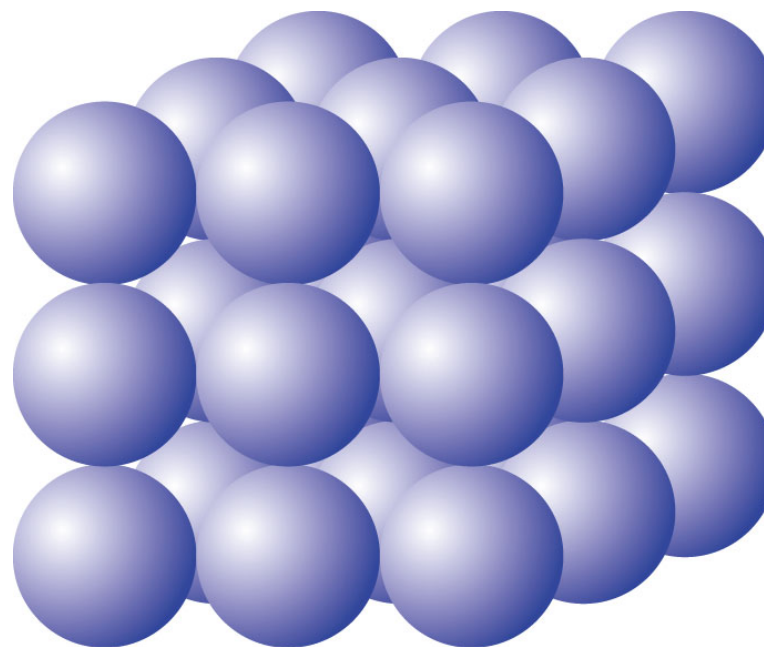
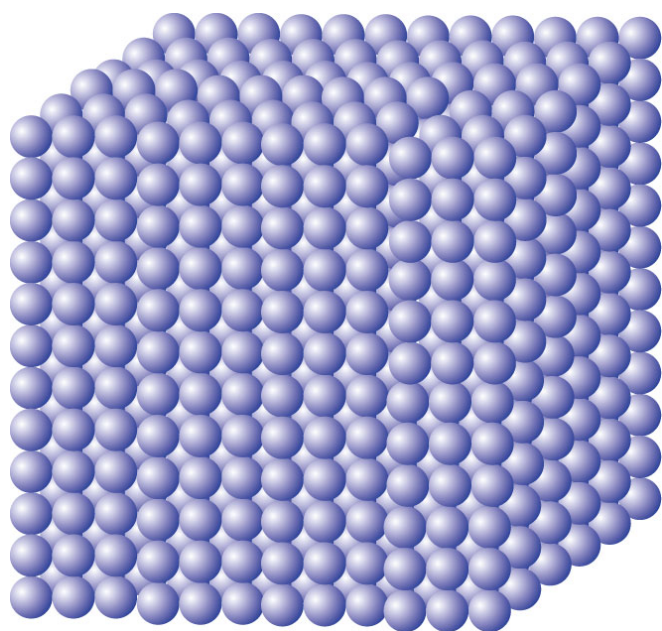
- 土壌粒子面積の総量
- 肥料養分の保持力
- 土壌の種類
- 土壌の浸透性
- 単位 ミリモー

CEC

- CECは土壌粒子の表面積の広さを現していると言えるので、粒子の粗い『砂』土壌はCECが低く、粒子の細かい『粘土』粒子が多くなればCECが大きくなる
- CECの数値でどのようなタイプの土壌かおおよそわかる



CEC (陽イオン交換容量)



Simplot



CEC(陽イオン交換容量)

CEC	土壌の種類
0 - 8	砂
8 - 12	砂壤土
13 - 20	シルト壤土
21 - 28	壤土
29 - 40	粘土壤土
> 40	粘土



陽イオン飽和度

REPORT NUMBER: 20-119-026

X (209) 858-2519

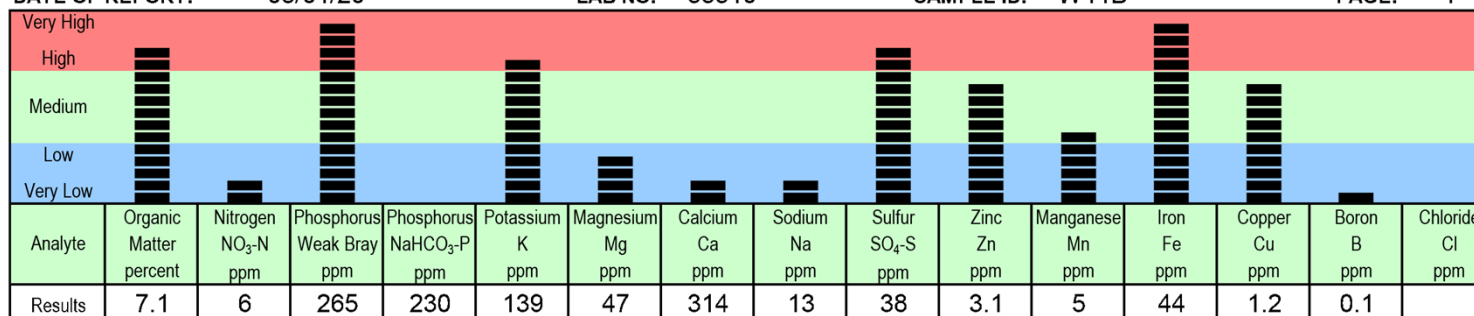
SEND TO: HUGH- ENTERPRISE
5-28 SHINOGAWAMACHI, TOKYO, JAPAN

GROWER:

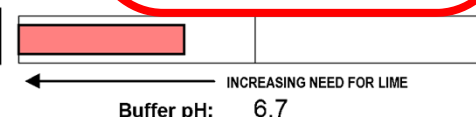
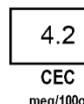
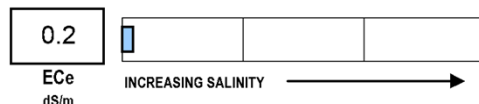
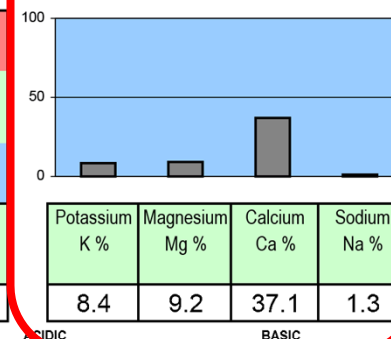
SUBMITTED BY: H. TANAKA

Graphical Soil Analysis Report

DATE OF REPORT: 05/01/20 LAB NO: 55510 SAMPLE ID: W11B PAGE: 1



Percent Cation Saturation (computed)



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 ₂ O ₅	Potash K ₂ O	Magnesium Mg	Sulfur SO ₄ -S	Zinc Zn	Manganese Mn	Iron Fe	Copper Cu	Boron B	
70				3.8		4							*	

C LIME ON TURF: Avoid exceeding 50 lb per 1,000 sq ft at any one time on established turf, as higher rates may cake on the thatch. Consider pelletized products for ease of application.

O 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 and avoid applications in winter.

M 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.

E 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.

Simplot

Regel Rogers

Regel Rogers, CCA, PCA
A & L WESTERN LABORATORIES, INC.

This report 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 addition 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.

★CEC（陽イオン交換容量）が
土壌粒子の表面積の広さを現す

★土壌粒子表面を駐車場と考え、
陽イオンを車と考えると・・・

CECは駐車場の**広さ**・・・

陽イオン飽和度は・・・

どの車（陽イオン）が
何割（％） 駐車しているかということ・・・

陽イオン飽和度

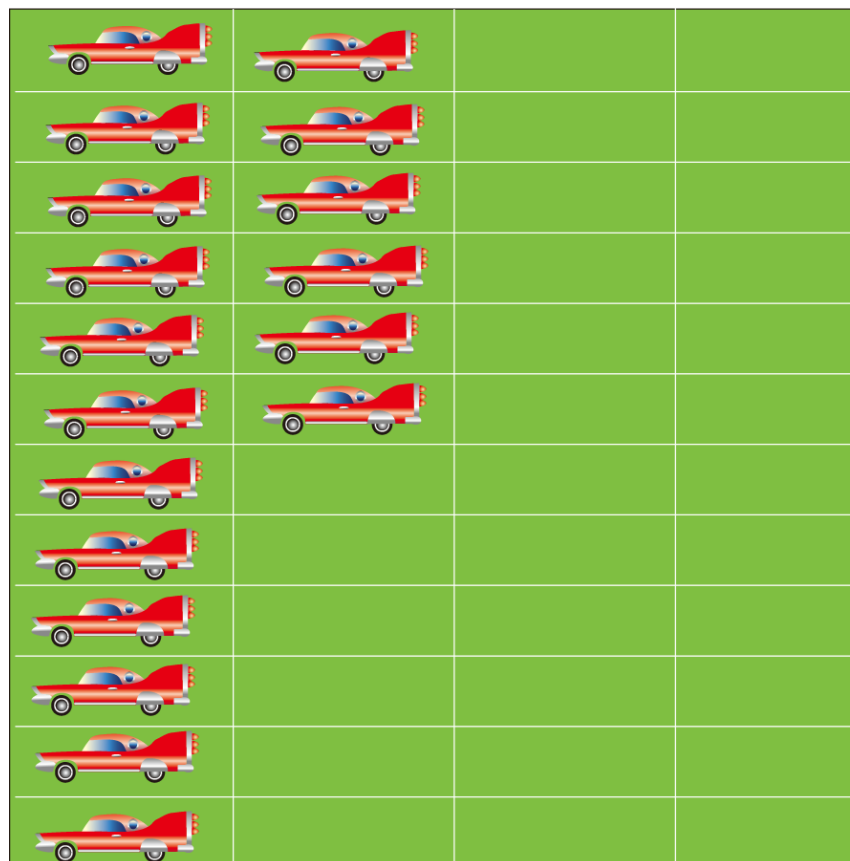
陽イオン飽和度を代表する、カリ（K）マグネシウム（Mg）カルシウム（Ca）ナトリウム（Na）は土壤中で最も多く存在する『陽イオン』の代表で、この4つの土壤中の陽イオンが適正なバランスで存在することが土壤の化学性の安定、pHの安定に寄与することになります。

その中でもカルシウム（Ca）は80%近くを占める最も重要な陽イオンと言えます。自然界の土壤では通常カルシウムは膨大な量が含まれているのですが、長期間植物に収奪されるなどの理由によって徐々に量が減っていき、それに合わせてpHが下がってくる現象が起こります。



陽イオン飽和度

陽イオン	適正数値
K ⁺	5%
Mg ⁺	15-20%
Ca ⁺⁺	65-75%
Na ⁺	<5%





16777 HOWLAND

pH



(209) 858-2511 • FAX (209) 858-2519

REPORT NUMBER: 20-119-026

SEND TO: HUGH- ENTERPRISE LTD
5-28 SHINOGAWAMACHI, TOKYO, JAPAN

GROWER:

SUBMITTED BY: H. TANAKA

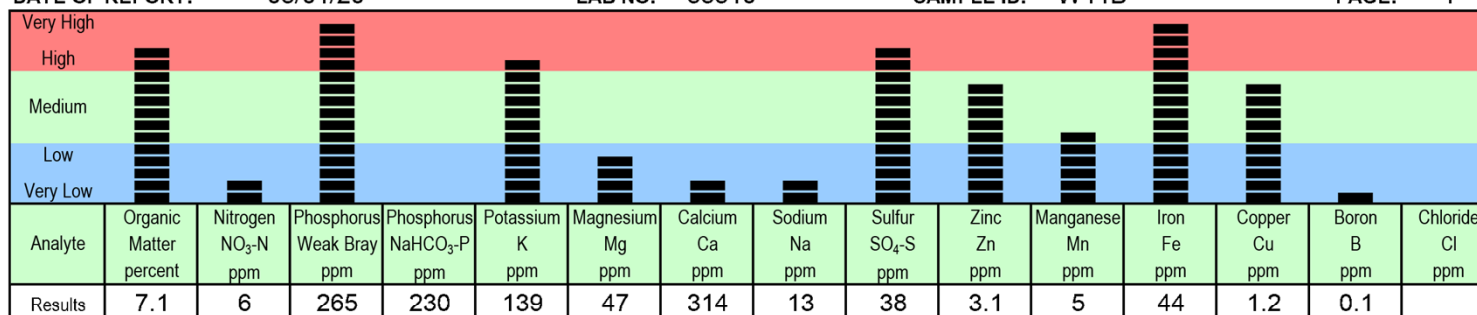
Graphical Soil Analysis Report

DATE OF REPORT: 05/01/20

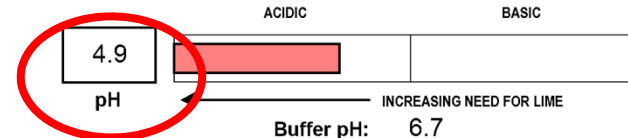
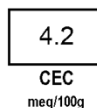
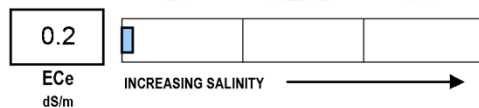
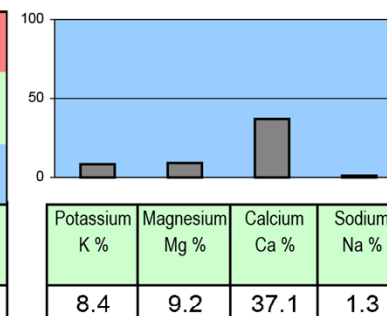
LAB NO: 55510

SAMPLE ID: W11B

PAGE: 1



Percent Cation Saturation (computed)

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 ₂ O ₅	Potash K ₂ O	Magnesium Mg	Sulfur SO ₄ S	Zinc Zn	Manganese Mn	Iron Fe	Copper Cu	Boron B	
70				3.8		4							*	

C LIME ON TURF: Avoid exceeding 50 lb per 1,000 sq ft at any one time on established turf, as higher rates may cake on the thatch. Consider pelletized products for ease of application.

O

M 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 and avoid applications in winter.

M

E 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.

N

T 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.

S

Simplot

pH

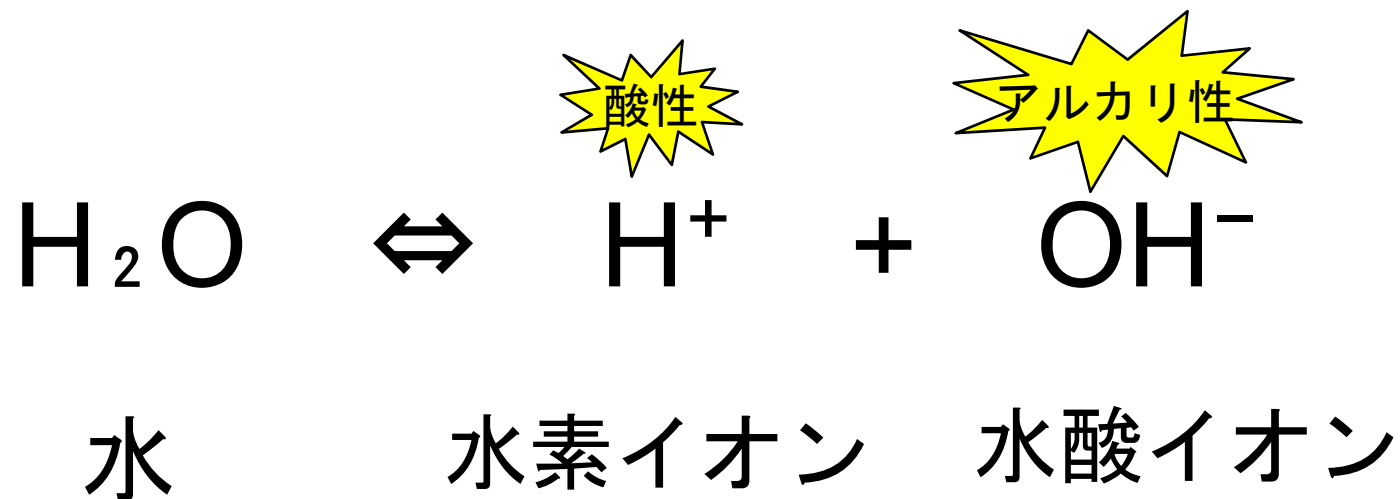
- 酸性は H^+ （水素イオン）が増える現象
- アルカリ性は OH^- （水酸イオン）が増える現象
- H^+ （水素イオン）と OH^- （水酸イオン）が合わさると H_2O （水）となり中性となる
- カルシウムは直接的には pHにはかわらない



pH

- 水素イオン濃度指数
- $\text{pH} = -\log[\text{H}]$
- 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

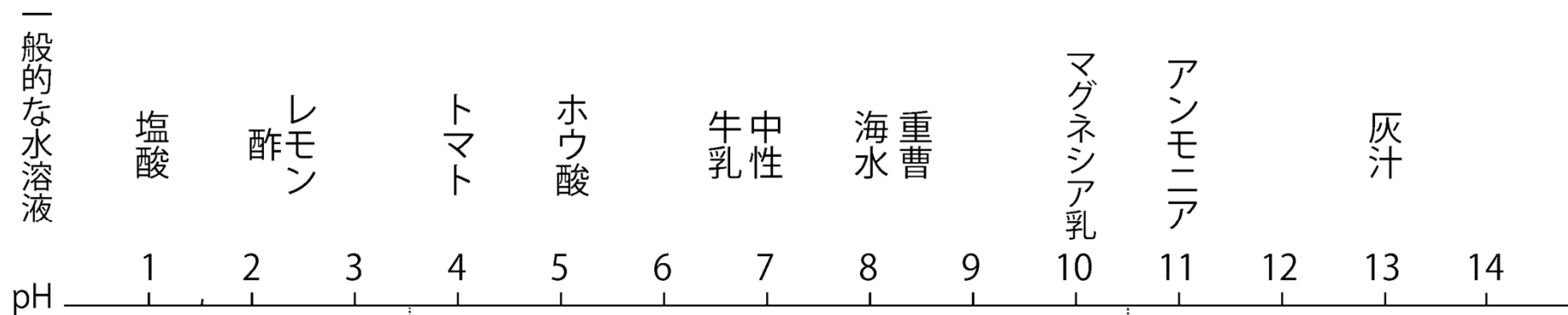


H⁺が増えれば『酸性』

OH⁻が増えれば『アルカリ性』



pH



土壌の反応

無機土壌の最低pH

極大の酸性
大変強い酸性

強い酸性

中庸の酸性

やや酸性

中性

ややアルカリ

中庸のアルカリ

強いアルカリ

大変強いアルカリ

無機土壌の最高pH

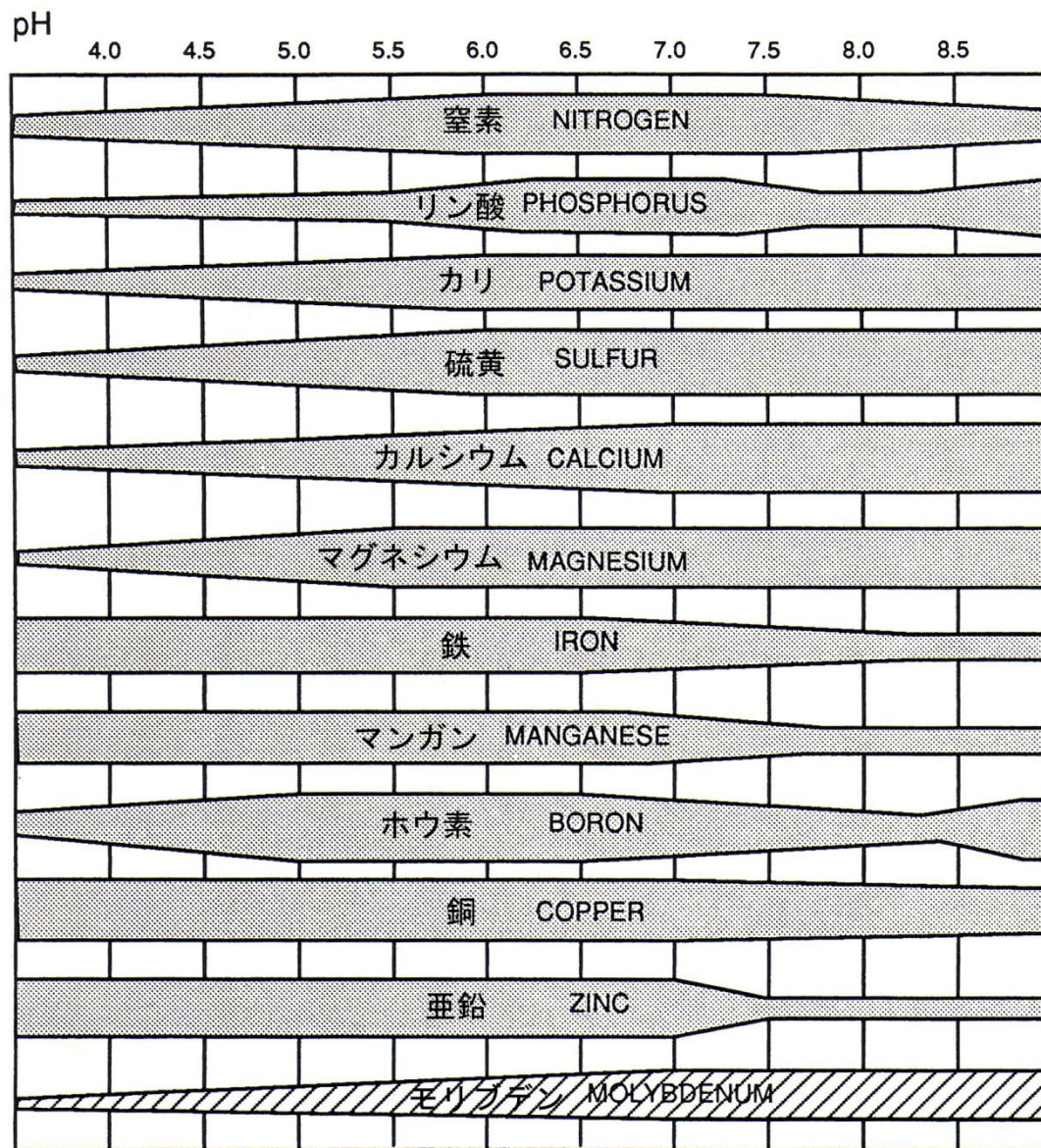
Simplot

pHが酸性になると・・・

- 与えられた肥料養分が**吸収できなくなる**
 - 土壌粒子表面に水素イオンが覆ってしまうので陽イオンの肥料成分が安定して土壌に存在できなくなる－養分欠乏
 - 肥料の効果期間が短くなる
- 土壌中の**微生物の活動が下がる**
 - 肥料養分の分解が進まない
 - 微生物分解の緩効性肥料の効果が出ない
 - 土壌中の有機物の分解が進まない

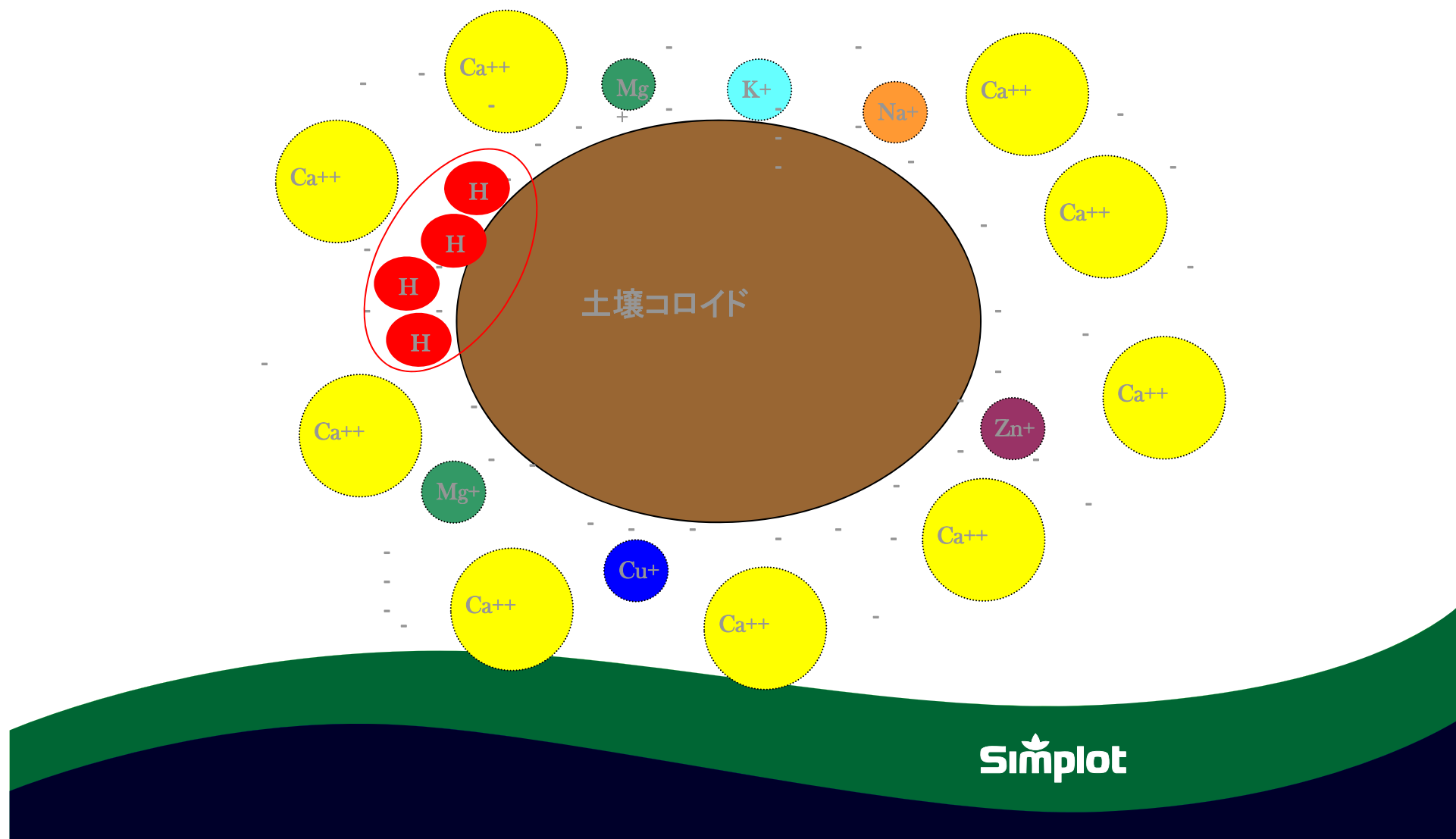


pHによる利用可能養分

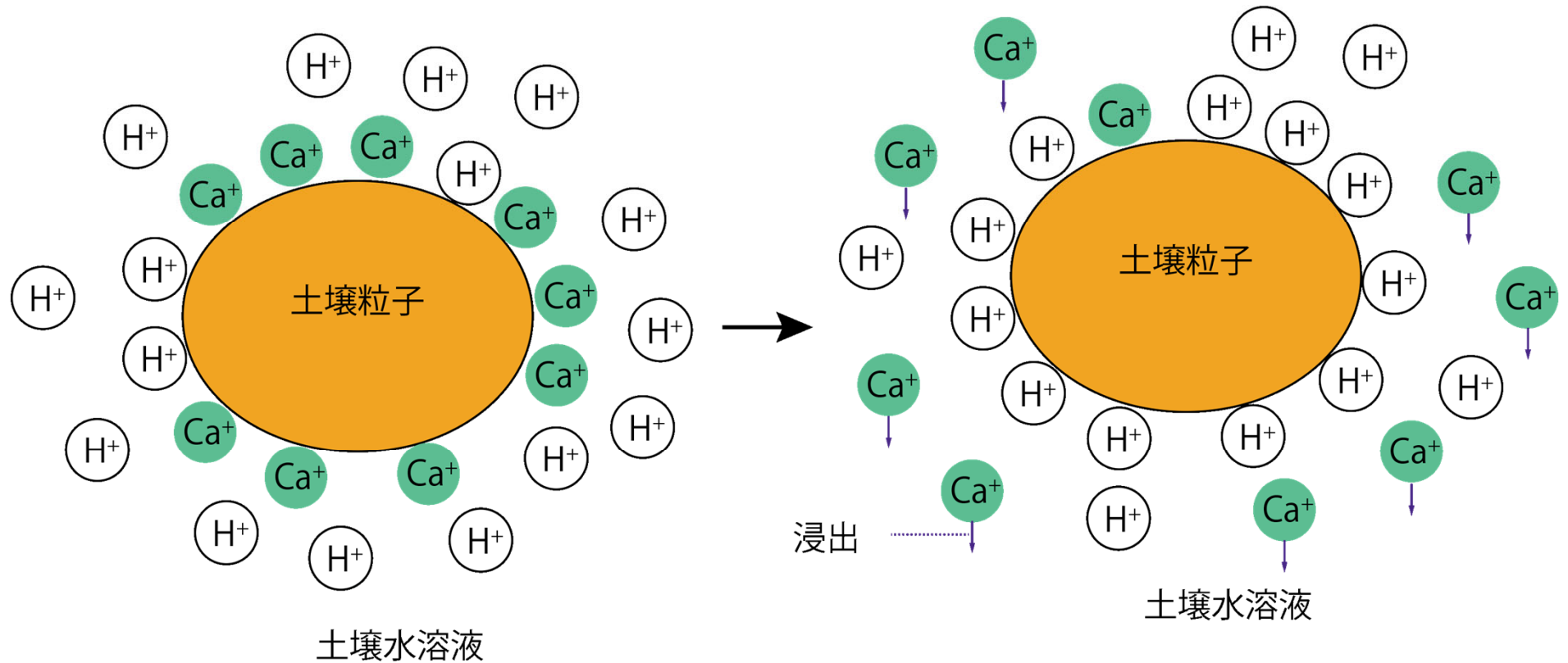


pH は水素イオンの量を示します

is a measurement of the hydrogen ion concentration



水素イオンがカルシウムを追い出す



土壌粒子に付着しているカルシウムを水素イオンが置き換わり
カルシウムが浸出してしまう・・・



REPORT NUMBER: 20-119-026

16777 HO

バッファー pH

FAX (209) 858-2519

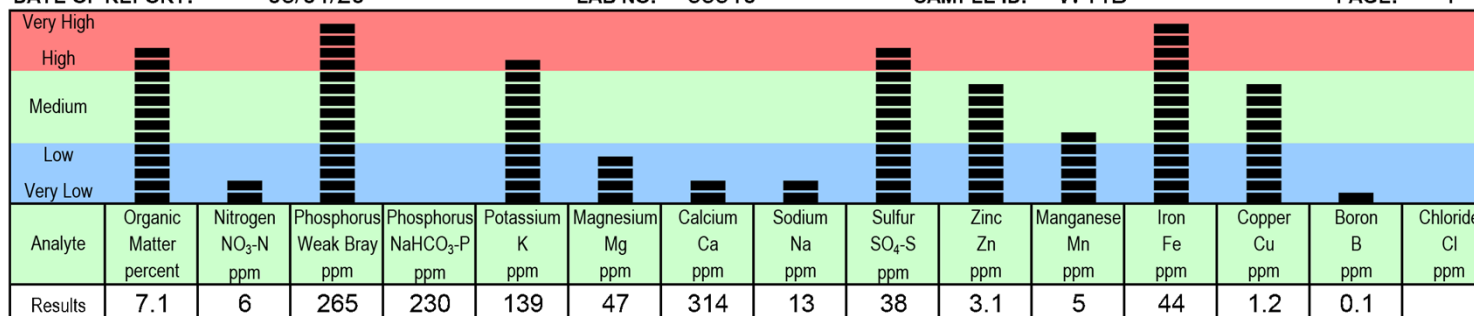
SEND TO: HUGH- ENTERPRISE LTD
5-28 SHINOGAWAMACHI, TOKYO, JAPAN

GROWER:

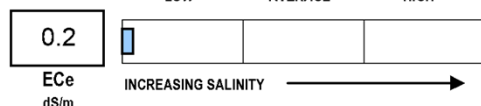
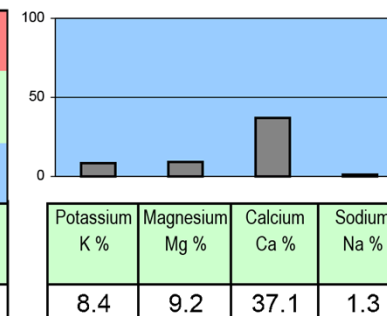
SUBMITTED BY: H. TANAKA

Graphical Soil Analysis Report

DATE OF REPORT: 05/01/20 LAB NO: 55510 SAMPLE ID: W11B PAGE: 1



Percent Cation Saturation (computed)



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 ₂ O ₅	Potash K ₂ O	Magnesium Mg	Sulfur SO ₄ -S	Zinc Zn	Manganese Mn	Iron Fe	Copper Cu	Boron B	
70				3.8		4							*	

C LIME ON TURF: Avoid exceeding 50 lb per 1,000 sq ft at any one time on established turf, as higher rates may cake on the thatch. Consider pelletized products for ease of application.

O 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 and avoid applications in winter.

M 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.

E 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.

Simplot

Regel Rogers

"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 addition 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.

Regel Rogers, CCA, PCA
A & L WESTERN LABORATORIES, INC.



バッファー pHは、
土壌サンプルに一定のアルカリ溶液を加えて
その結果どこまで pHが戻ったかを試験してい
ます . .

つまり

酸性土壌にどれだけアルカリ分を加えれば
中性に戻すことができるかの指標となります

The logo for Simplot, featuring the word "Simplot" in white text with a small star above the 'i', set against a dark blue background.



酸性土壌を中性に戻すためには、
陽イオン飽和度を上げる必要があります

そのために必要なカルシウムは、
CECが高ければ高いほど多くなります

CECが駐車場の広さを現していると考えると・・・
カルシウムの車を同じ割合で駐車させるには広い駐車場はより多くの台数の車が必要になるからです・・・

The logo for Simplot, featuring the word "Simplot" in a white, sans-serif font with a small star above the 'i', set against a dark blue background.



カルシウムの特性（芝生の場合）

- カルシウムは大変**水に溶けにくい**特性がある
- 天然由来のカルシウム（貝殻など）は溶けるのに大変長い期間（年単位）が必要なので**すぐには効果が出にくい**
- 均一に散布しないと土壌表面の狭い部分でpHが変わったり固結したりしてしまうので**散布しやすいもの**を選ばなければならない
- **粒子が大きい**ものは水溶性が低いため効果が出にくい
- **細かい粒子を造粒**して均一な散布ができる農業用ではなく**芝生用の製品**を選ばなければならない
- 一度に多量に播くと土壌表面で固結してしまうので、少ない量を**多回数**で散布することが望ましい
- また、一般的に散布したカルシウムが土壌表面から地下に移動するのは**1年間で1cm**とされているので、根圏全体にカルシウムが行きわたるのは数年以上かかる



芝生に播くカルシウム資材

和名（商品名）	英名	化学式	成分
炭酸カルシウム （トウルーライム）	Lime	CaCO_3	Ca 36%
硫酸カルシウム （トウルージップ）	Gypsum	CaSO_4	Ca 21% S 17%
苦土石灰 （ドロマイト）	Dolomite	$\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$	Ca 22% Mg 13%



カルシウム資材の必要量 と種類の選択

- CEC、土中Caの量、バッファー pHから推奨値が計算される
- Caだけが不足している場合⇒炭酸カルシウムを選択
- Caと硫黄(S)が不足している場合⇒硫酸カルシウムを選択
- Caとマグネシウム(Mg)が不足している場合⇒苦土石灰を選択



PROFESSIONAL PRODUCTS



REPORT NUMBER: 20-119-026

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

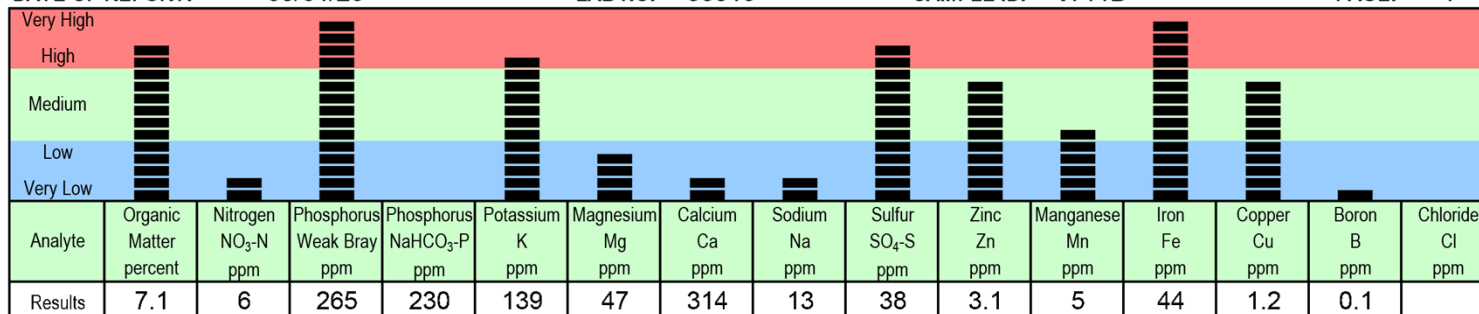
SEND TO: HUGH- ENTERPRISE LTD
5-28 SHINOGAWAMACHI, TOKYO, JAPAN

GROWER:

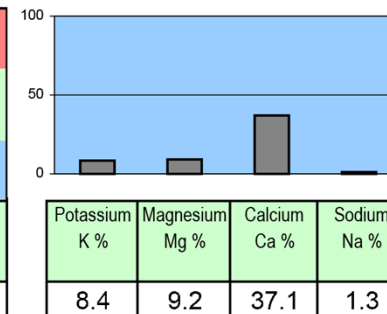
SUBMITTED BY: H. TANAKA

Graphical Soil Analysis Report

DATE OF REPORT: 05/01/20 LAB NO: 55510 SAMPLE ID: W11B PAGE: 1



Percent Cation Saturation (computed)



推奨値



Buffer pH: 6.7

Soil Fertility Guidelines

CROP: ZOYSIAGRASS

RATE: lb/1000 sq ft

NOTES:

Dolomite (70 score)	Lime (70 score)	Gypsum	Elemental Sulfur	Nitrogen N	Phosphate P ₂ O ₅	Potash K ₂ O	Magnesium Mg	Sulfur SO ₄ -S	Zinc Zn	Manganese Mn	Iron Fe	Copper Cu	Boron B	
70				3.8		4							*	

C LIME ON TURF: Avoid exceeding 50 lb per 1,000 sq ft at any one time on established turf, as higher rates
O may cake on the thatch. Consider pelletized products for ease of application.
M MAINTENANCE: Split the above amount over the year at a time according to local conditions and
M requirements. Choose a source that best fits this combination and avoid applications in winter.
E NITROGEN: The above requirements may need to be adjusted according to local conditions. Follow label
N instructions as controlled-release fertilizers may be applied less frequently.
T POTASH: Optimum wear tolerance may be achieved by applying up to 8 lb potash/1000 sq ft per year. The
S above guidelines may need to be modified if tissue analyses indicate so.

Simplot

Rogell Rogers

Rogell Rogers, CCA, PCA

This report 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 results of 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 addition to nutrition. While these recommendations are based on



推奨使用量は1000平方フィート当たりのポンドなので・・・

推奨量 × 450 ÷ 100

で㎡当たり g の数量に変換できる・・・

例) 推奨値 Dolomite (苦土石灰) 70とあるとき・・・

70 × 450 ÷ 100 = **315 g /㎡**の苦土石灰が必要となる

The logo for Simplot, featuring the word "Simplot" in a white, sans-serif font with a small crown icon above the letter 'i'. The logo is positioned on a dark blue background that is part of a larger graphic at the bottom of the slide. The graphic consists of two wavy, overlapping shapes: a dark blue one in the foreground and a green one behind it, creating a layered effect.



ご不明な点があれば弊社までご連絡ください・・・

株式会社ヒューエンタープライズ

Tel:03-5225-2647

Fax:03-5225-2648

Email: info@hugh-enterprise.co.jp

Web: <http://www.hugh-enterprise.co.jp>

A decorative graphic at the bottom of the page consisting of two overlapping wavy shapes. The top shape is dark green and the bottom shape is dark blue. The word "Simplot" is written in white on the green shape.

Simplot



Simplot

Turf and Horticulture



PROFESSIONAL PRODUCTS

Simplot



Thank You



Simplot