

# 土壌浸透剤の使用方法的戦略で水 に使用量を35%削減できる？ どの商品をいつどこに使うか？

Saving 35% in Water Applications  
SOIL SURFACTANTS  
Strategies of USE ?  
What Products When & Where?

## 混合使用と何故それが重要なのか！

BLENDS and Why they are IMPORTANT!

## 浸潤・浸透・水和・再水和そして均一性

INFILTRATION・PENETRATION・HYDRATION・RE-HYDRATION  
& UNIFORMITY

# ペンシルバニア州立大学試験

PSU Soil Surfactant Trial

対象区 Control

0 %

湿潤浸透% Percent Infiltration Penetration

ポセイドン Poseidon

2cc/m<sup>2</sup> 6 fl. oz. / 1000 ft<sup>2</sup>

46.6%

対象商品<sup>R</sup>

2cc/m<sup>2</sup>

28.9 %

レトロ Retro

2cc/m<sup>2</sup>

110.0%

対象商品<sup>o</sup>

2cc/m<sup>2</sup>

42.5 %

LT 90

5.4cc/m<sup>2</sup> 16% oz/ 1000 ft<sup>2</sup>

32.4%

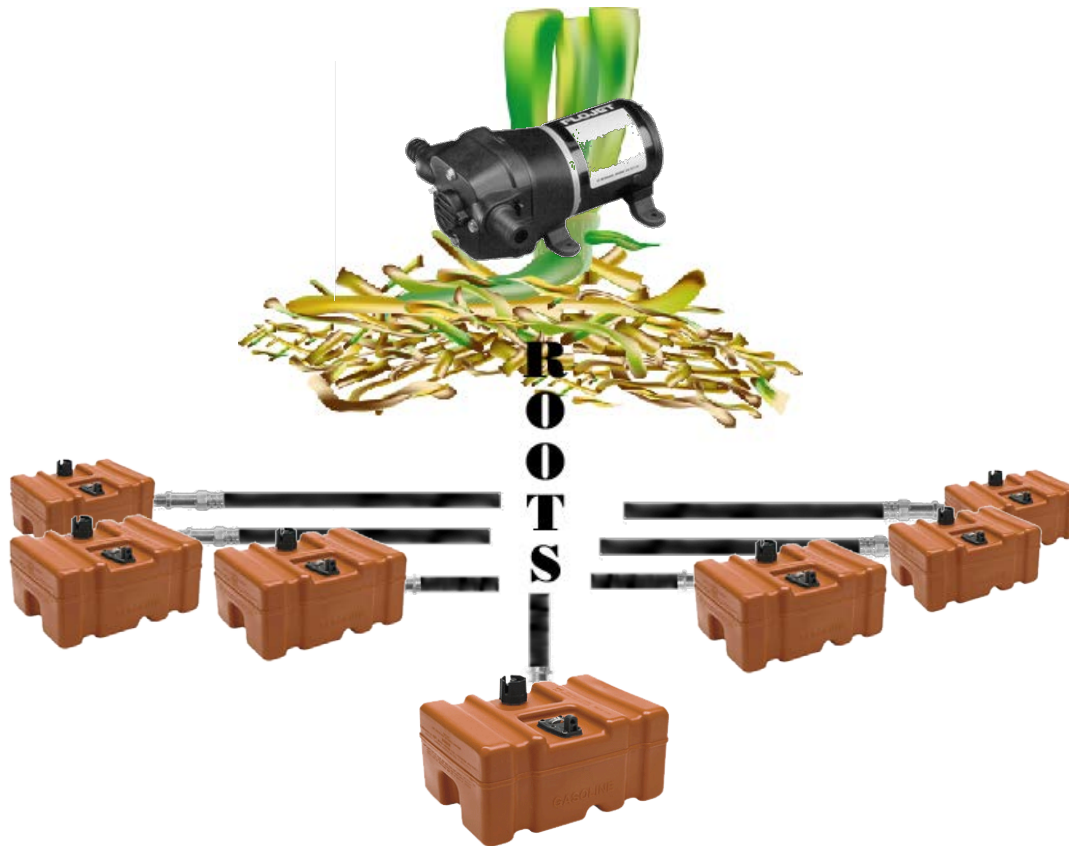
シックスティーン90 Sixteen-90

5.4cc/m<sup>2</sup>

12.9 %

# 水の必要性について

Meeting Water  
Requirements



細根は燃料パイプのように振る舞う

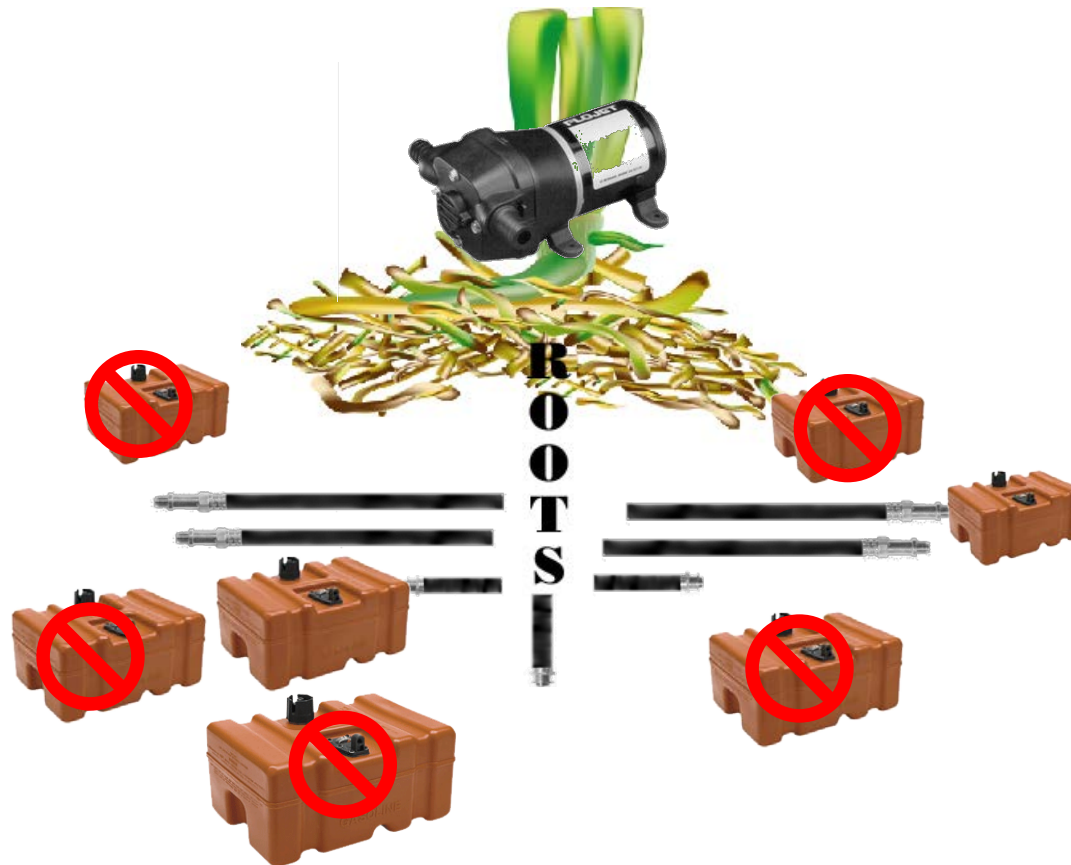
Lateral fine roots act like fuel lines...

土壤層における貯水池(燃料タンク)への

To water reservoirs (fuel tanks) in the soil profile

# 水の必要性について

Meeting Water  
Requirements



このセミナーの忘れてはいけない重要なポイントである

A KEY POINT TO REMEMBER DURING THIS SEMINAR

水は根を捉えなければならない

WATER MUST INTERCEPT ROOTS

根は水を捉えることができない

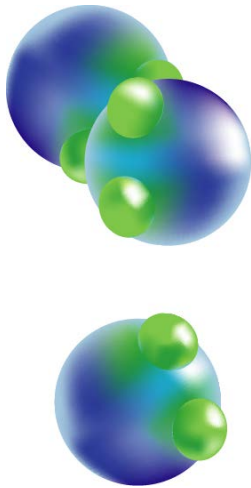
ROOTS DON'T INTERCEPT WATER

# 疎水性を理解する

UNDERSTANDING WATER REPELLENCY

## 水と、サッチ・土壌層の関連

WATER'S RELATIONSHIP TO THATCH & SOIL PROFILE



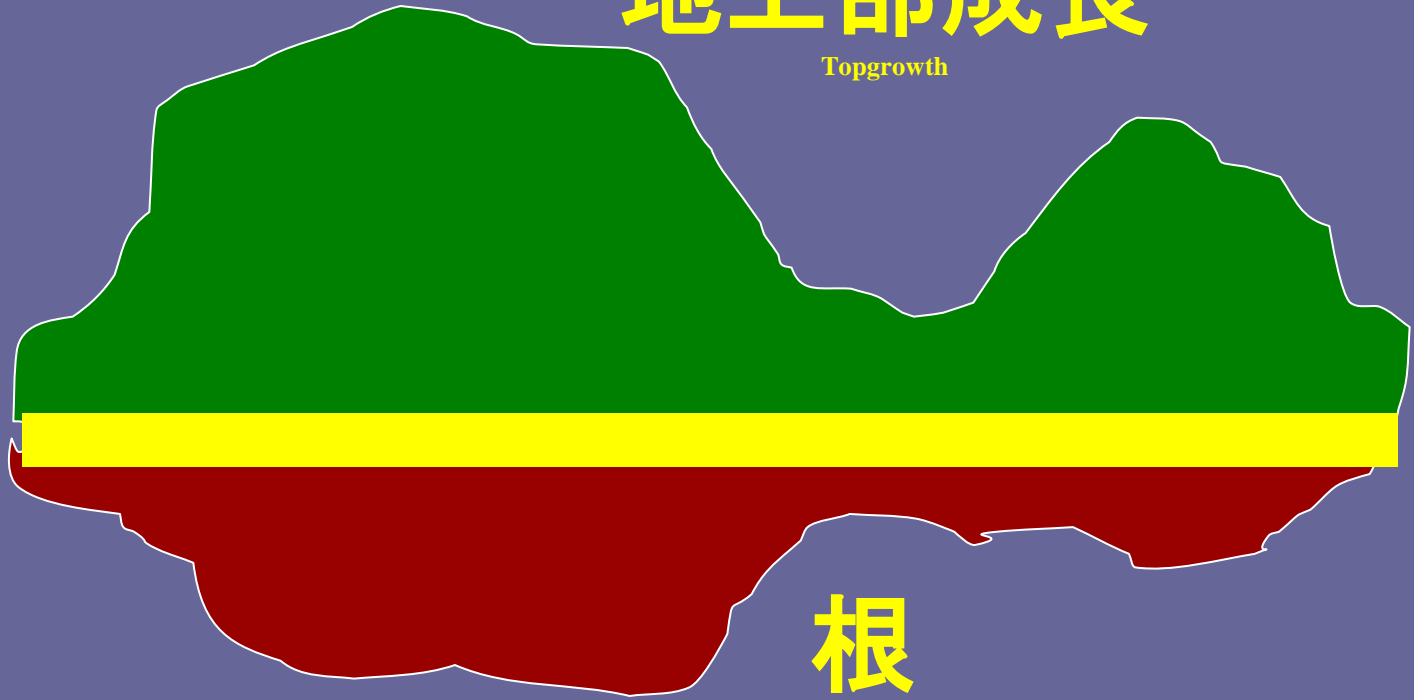
水分子  
WATER MOLECULES



サッチと土壌層  
THATCH & SOIL PROFILE

# 地上部成長

Topgrowth



# 根

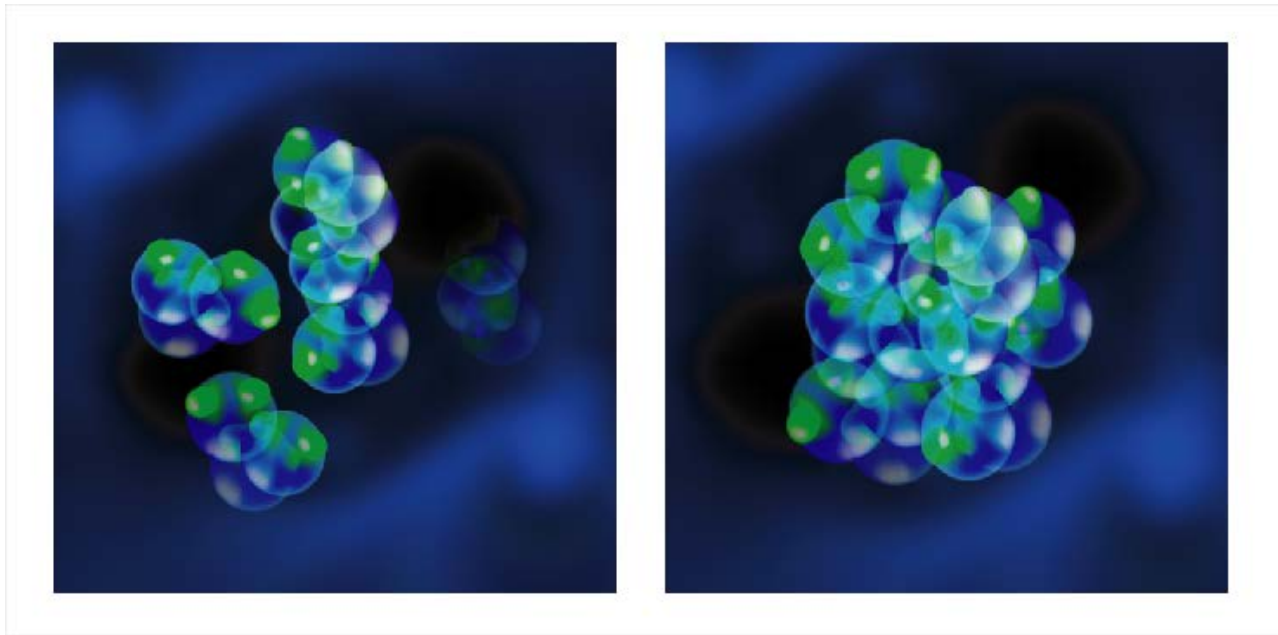
Roots

## 季節による芝生の根と地上部の生長パターン

Seasonal patterns of root and shoot growth of turfgrass

# 水分子はお互いを引き付け合う

WATER MOLECULES ATTRACTED TO EACH OTHER

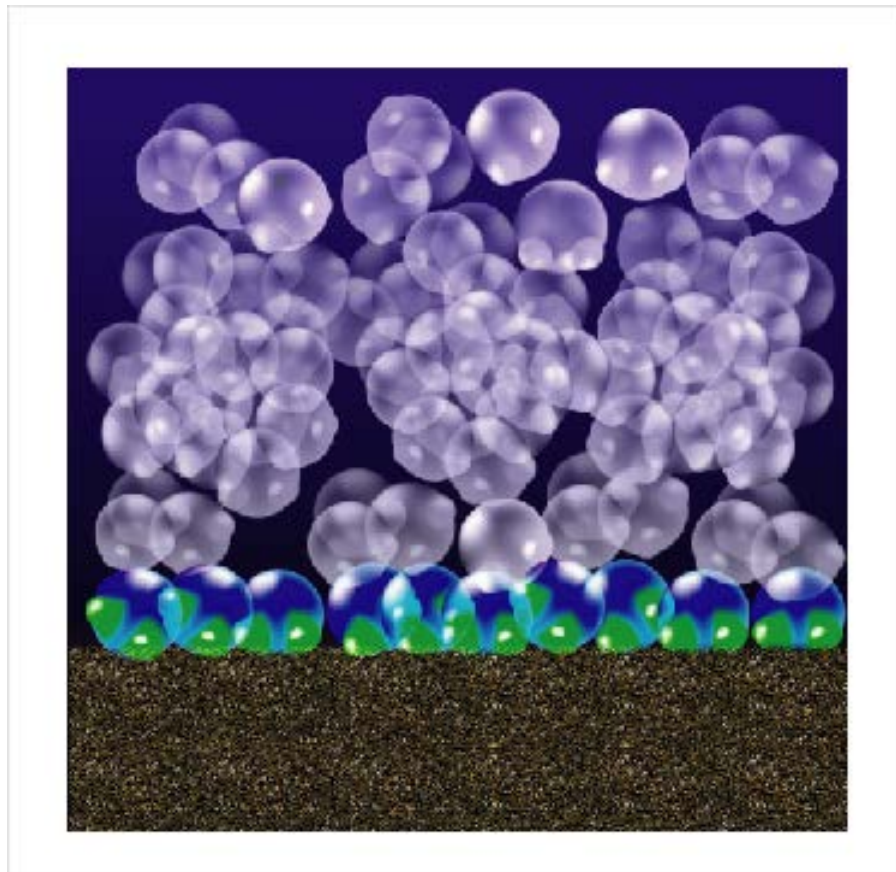


**凝集力**  
COHESION



# 水分子は土壌 & サッチの負電荷の サイトに引き付けられますか？

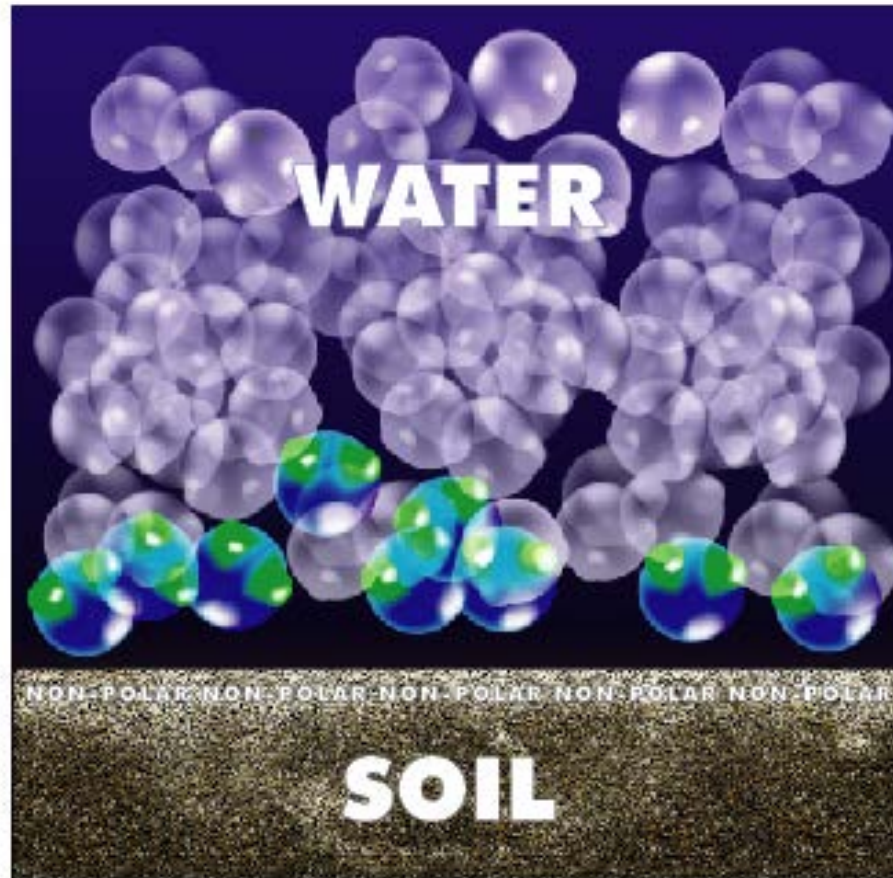
ATTRACTION OF WATER MOLECULES NEGATIVE SITES ON SOIL & THATCH?





# 付着の反対は？

OPPOSITE OF ADHESION?



# 水滴浸透

Water Drop Penetration





# 疎水性の性質

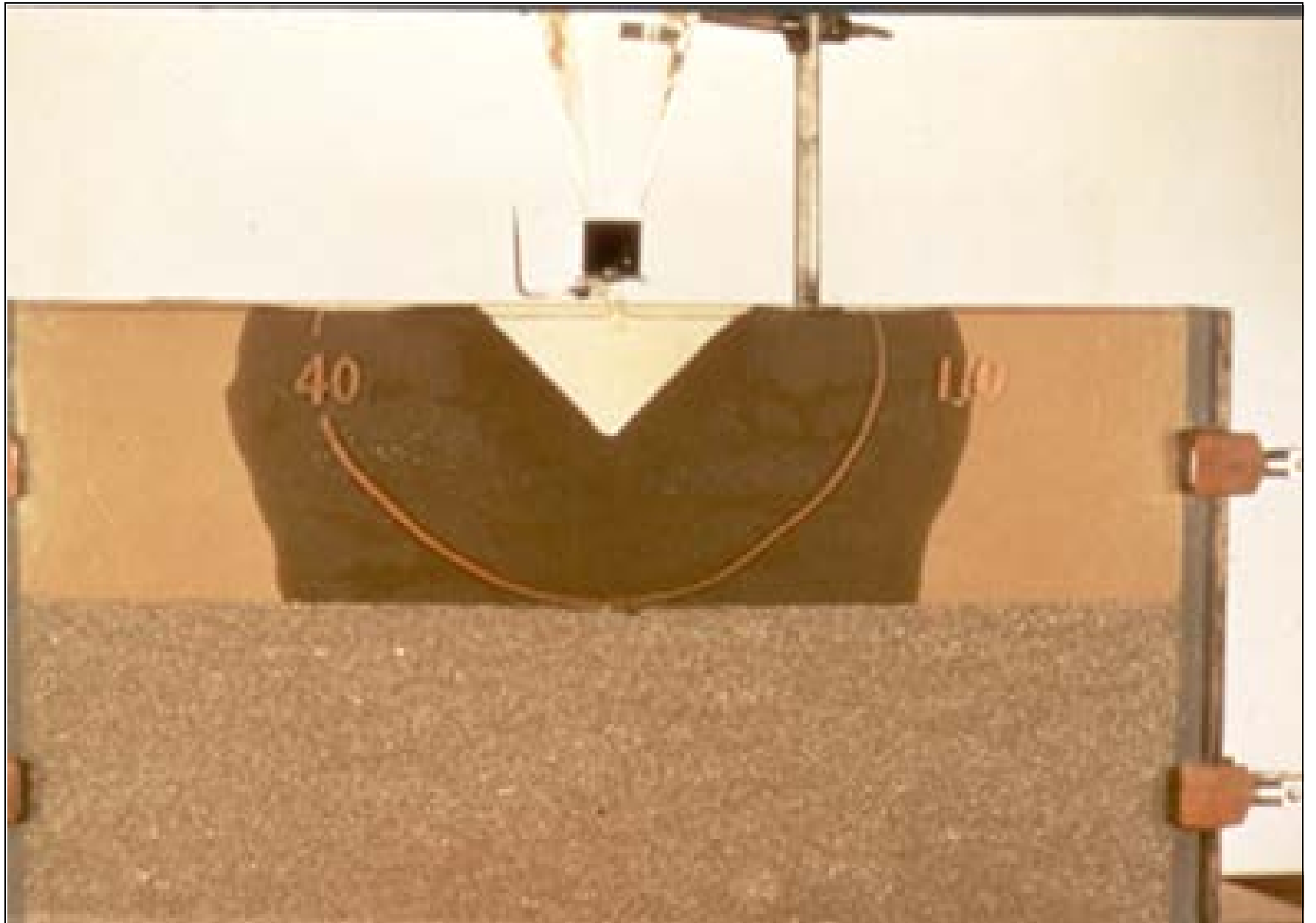
Water Repellent Characterization

高い有機質/サッチ High organic matter / thatch





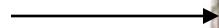




# 水の利用

Water Availability

カラカラの乾燥  
Oven Dry



# 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)

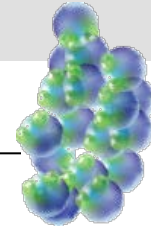
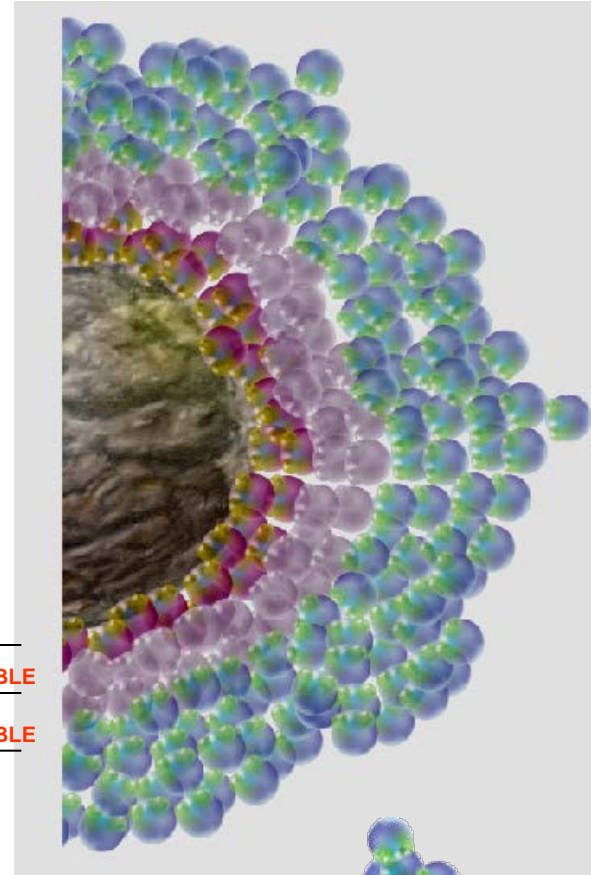
利用不可 NOT AVAILABLE

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)







“調製（チューニング）”  
土壌浸透剤

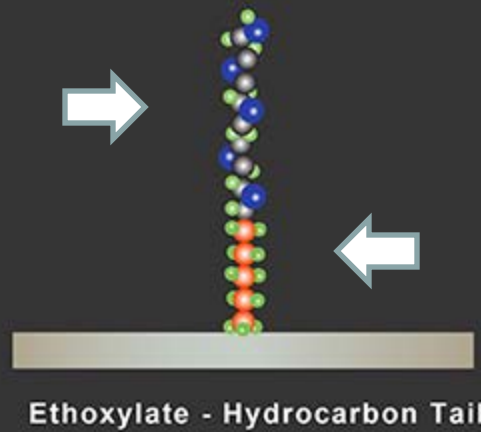
“TUNING” SOIL SURFACTANTS

**NUMERATOR**  
TECHNOLOGIES, INC.

# 構造と性能の関連

Structure-Performance Relationship

## NON-IONIC SURFACTANT

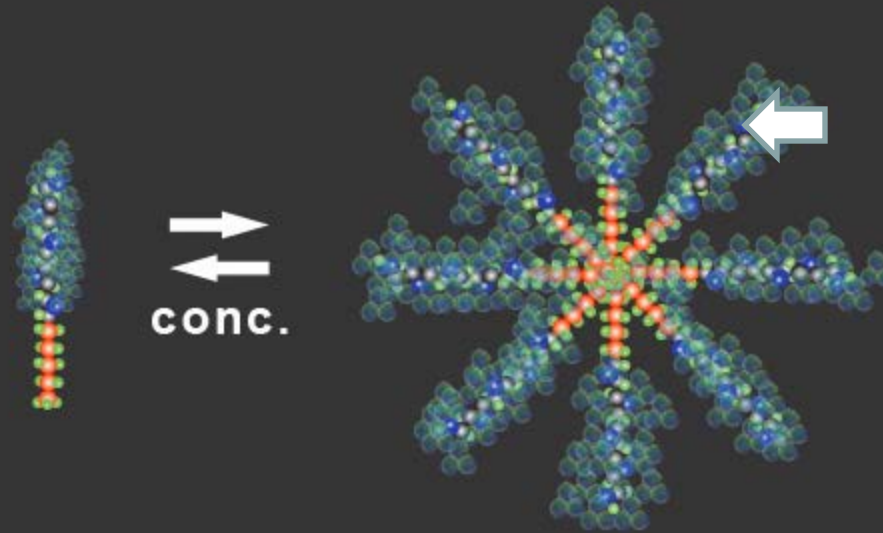


リニア型両親媒性  
LINEAR AMPHIPHILIC

# 構造と性能の関連

Structure-Performance Relationship

NON-IONIC SURFACTANT

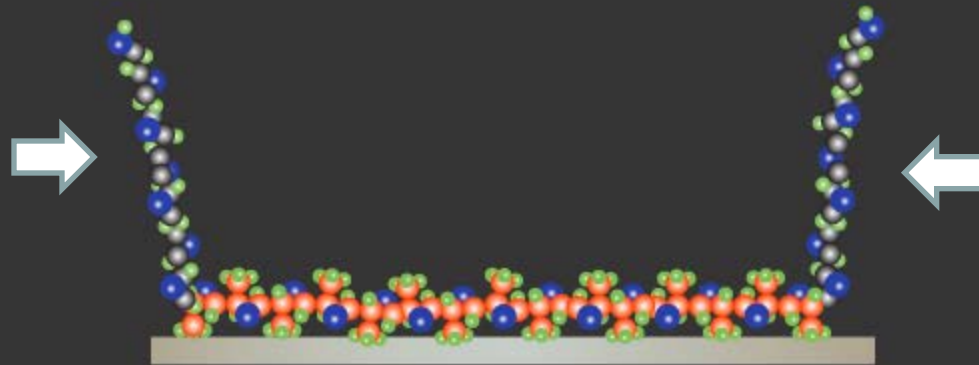


MICELLE HYDRATION

# 構造と性能の関連

Structure-Performance Relationship

## TRI-BLOCK COPOLYMER

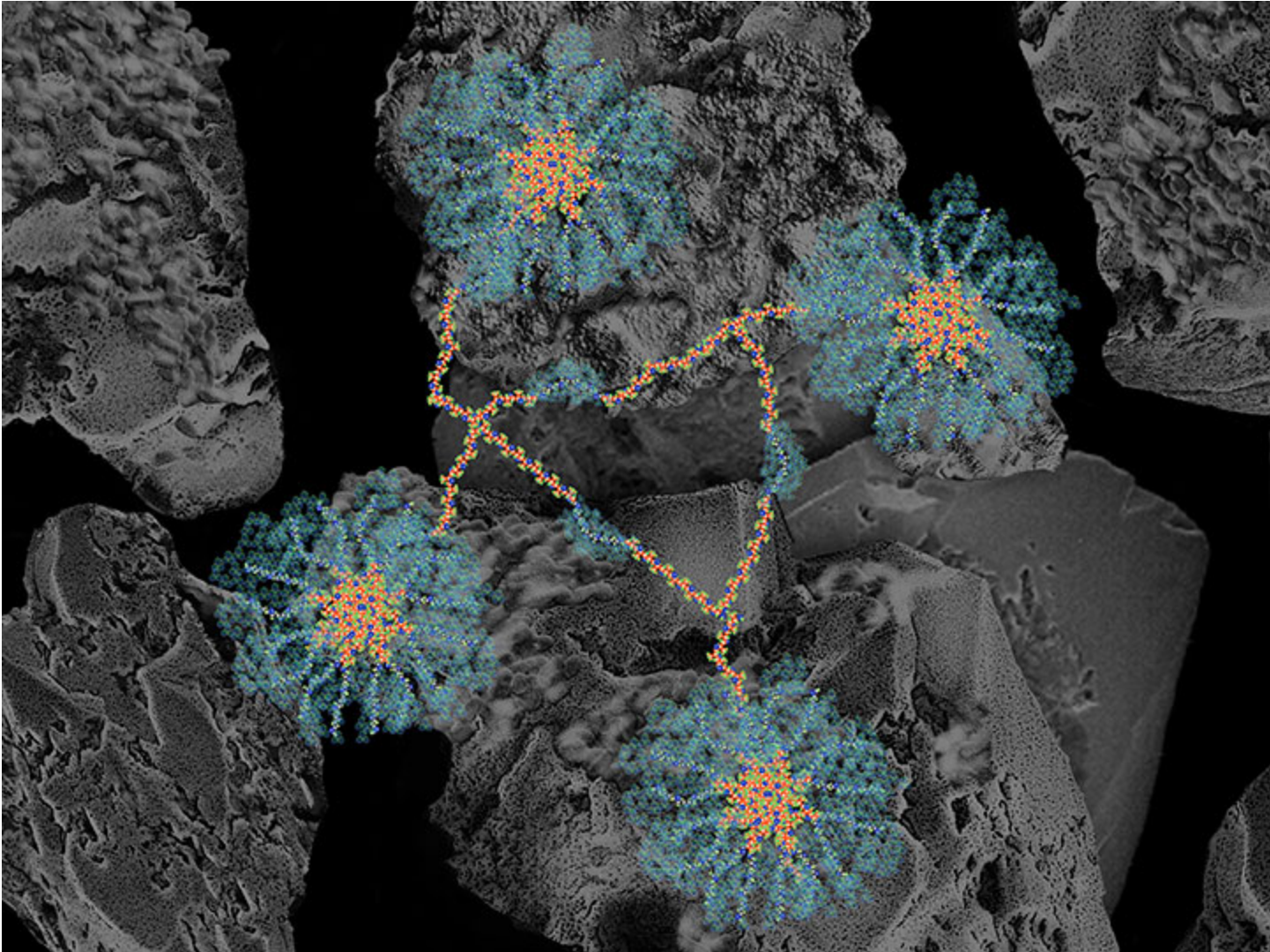


Ethylene Oxide - Propylene Oxide - Ethylene Oxide

EO - PO - EO

# 構造と性能の関連

Structure-Performance Relationship





ポセイドン





この画期的な界面活性剤系は、  
撥水土壌粒子の影響を与え、ルートゾーン内  
の水の動き、水の分布、水和と排水を修改善  
し、大幅に強化するために設計されています。

This ground-breaking surfactant system is  
designed to amend and significantly enhance water movement, water distribution, hydration and drainage in  
root zones influenced by water repellent soil particles.





さらに、ポセイドンは、メジャーおよびマイナーの植物栄養素の天然源で根域を豊かにし、ストレス時の根の代謝合成の減少によって引き起こされるサイトカイニンとオーキシタンパク質の欠陥を補充するために設計された独自の海藻エキスのコンポーネントが含まれています。

○ In addition, Poseidon contains a separate seaweed extract component designed to enrich the root zone with a natural source of major and minor plant nutrients and replenish deficiencies of cytokinin and auxin proteins caused by decreases in root metabolic synthesis during stress.

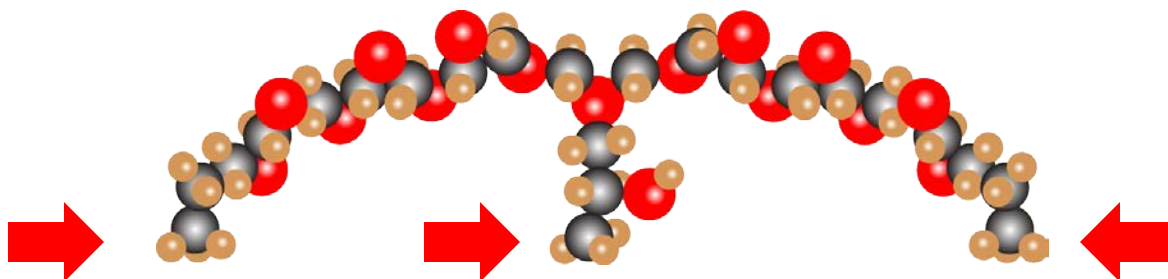


非常に効果的な化学物質を含む界面活性剤のブレンドを使用して、最適で独創的なパターンを作ることができるように界面活性剤との互換性を“調製”することができる新しい界面活性剤の配合になっている。...through the use of surfactant blends that contain new, highly effective chemistries that can be “tuned” to take advantage of their unique patterns of self-assembly and co-surfactant compatibility.



# キャップ コポリマー

Capped Copolymer



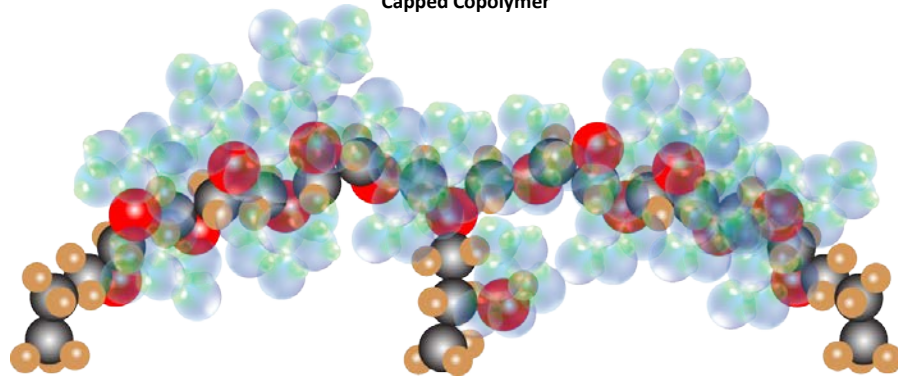
ポセイドンに配合されている最初の界面活性剤は非極性末端基処理グループの高度なコポリマーです The first surfactant constituent in the Poseidon formulation is a complex copolymer containing non-polar terminating groups.

これらのユニークな末端基は、界面活性剤が土粒子の撥水面に付着するために追加の極性を提供する“アンカー”に使用される。 These unique terminating groups provide additional nonpolar “anchors” that the surfactant uses to adhere to the water repellent surface of the soil particle.

Poseidon

# キャップ コポリマー

Capped Copolymer



**このユニークな構造は水分補給と水分補給のより均一なレベルを促進するために、土壌粒子に界面活性剤の“足跡”を変更し、改善するために設計されています。**

This unique construction is designed to change and improve the “footprint” of the surfactant on the soil particle in order to promote a more consistent level of hydration and rehydration.

**“キャップ”コポリマーはまた、界面活性剤の最後が長くなり微生物分解の速度を低下させる。**

The “capped” copolymer also reduces the rate of microbial degradation which makes the surfactant’s last longer.

# ペンシルバニア州立大学土壌浸透剤試験

PSU Soil Surfactant Trial

Control  
0 %

水和・浸透% Percent Infiltration & Penetration

## 2009年高疎水性ベントグラスグリーン試験

2009 Research on Bent Grass Greens with high Water Repellency

ポセイドン Poesidon

2cc/m<sup>2</sup>

6 fl. oz. / 1000 ft<sup>2</sup>

46.6%

競合商品<sub>R</sub>

2cc/m<sup>2</sup>

6 fl. oz. / 1000 ft<sup>2</sup>

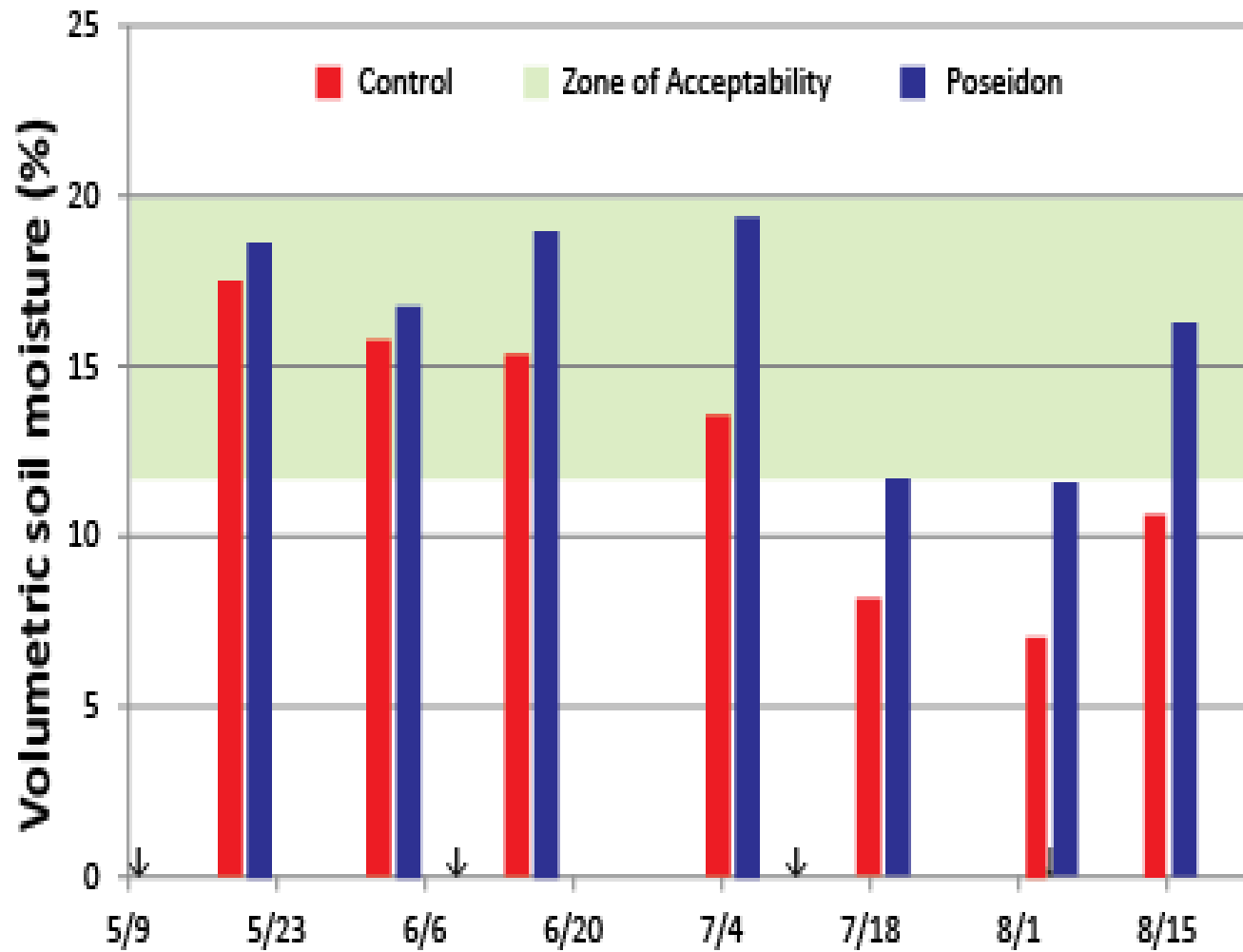
28.9 %

# 液滴点滴試験(秒)ポセイドン2008/7/8収集コア

WDPT (seconds) for Poseidon cores collected on July 8, 2008.

Oz/M	0 cm	1 cm	2 cm	3 cm	4 cm	5 cm
6.0	1	1	2	4	3	3
0.0	81	66	30	7	6	7
Significance	**	*	ns	ns	ns	ns

**\*\***, **\***, and **ns** =  $P < 0.01$ ,  $P < 0.05$  and  $P > 0.10$  respectively.



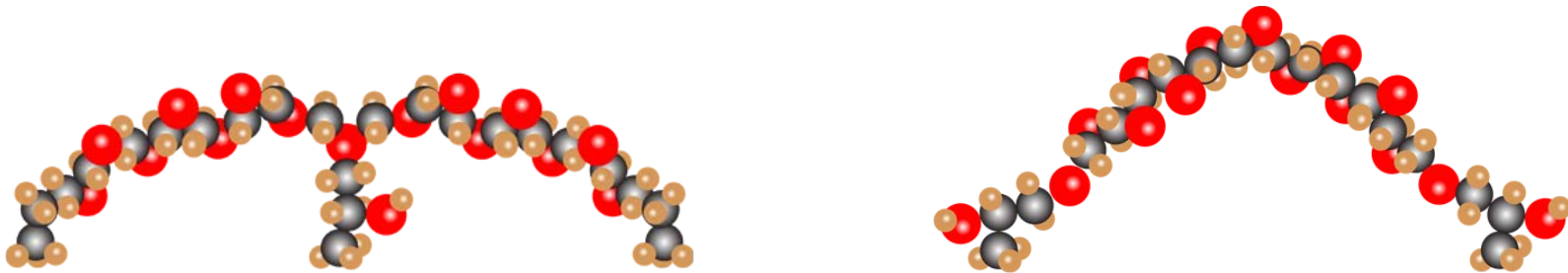
Effect of wetting agent application average volumetric soil moisture content - Fayetteville, AR, 2011. Arrows represent monthly application dates.

During the period of 7/14/11 - 8/1/11, temperatures exceeded 100°F for 20 days



# 混合

BLENDS



全体的なパフォーマンスを向上させるために、ポセイドントリブロック分子は土壌層に均一に浸透・水和を垂直と横方向に広がるように汎用の界面活性剤を配合している

To improve overall performance, the Poseidon TRIBLOCK molecule is blended with a complementary surfactant chemistry proven to promote uniform vertical and lateral movement of water and solutes into and through the soil profile

**露抑制 5~7日間-この重要性の意味は？**

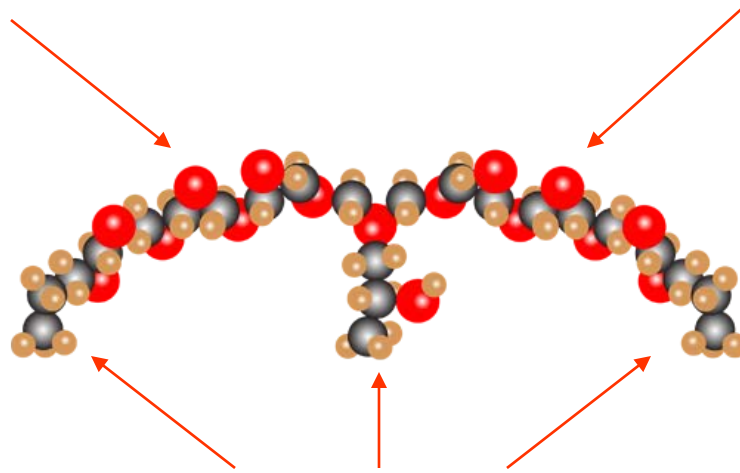
DEW SUPPRESSION 5 to 7 DAYS -IMPORTANT FOR WHAT REASONS?

# ポセイドン トリブロック界面活性剤

Poseidon TRIBLOCK SURFACTANT

親水性  
HYDROPHILLIC

親水性  
HYDROPHILLIC



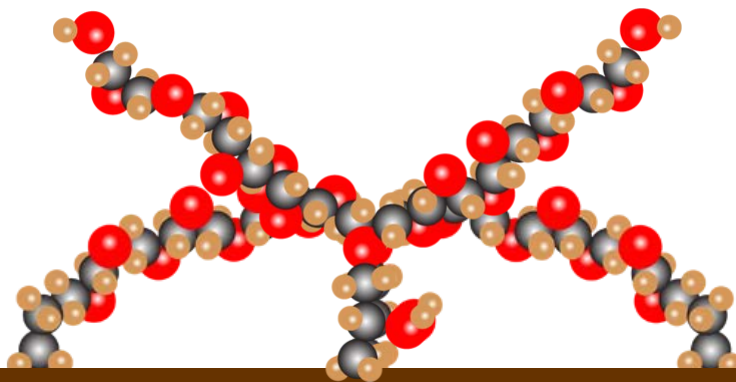
疎水性  
(非極性 末端)  
HYDROPHOBIC  
(NON-POLAR TERMINATIONS)

# ポセイドン トリブロック エチル キャップ 界面活性剤

Poseidon TRIBLOCK Eythle CAPPING SURFACTANT

## 形態の変化-性能の変化

CHANGES IN MORPHOLOGY – CHANGES IN PERFORMANCE



## 土壌粒子表面

SOIL PARTICLE SURFACE

- **高い分子量** High molecular weight
- **複雑な化学構造** Complex chemistry
- **水和性が大変高い** Hydrate extremely well
- **分解されにくい** Less vulnerable to degradation
- **より確実に強固** More consistent
- **水和の均一性が増す** Increased uniformity of hydration



## フェアリーリングの羅病

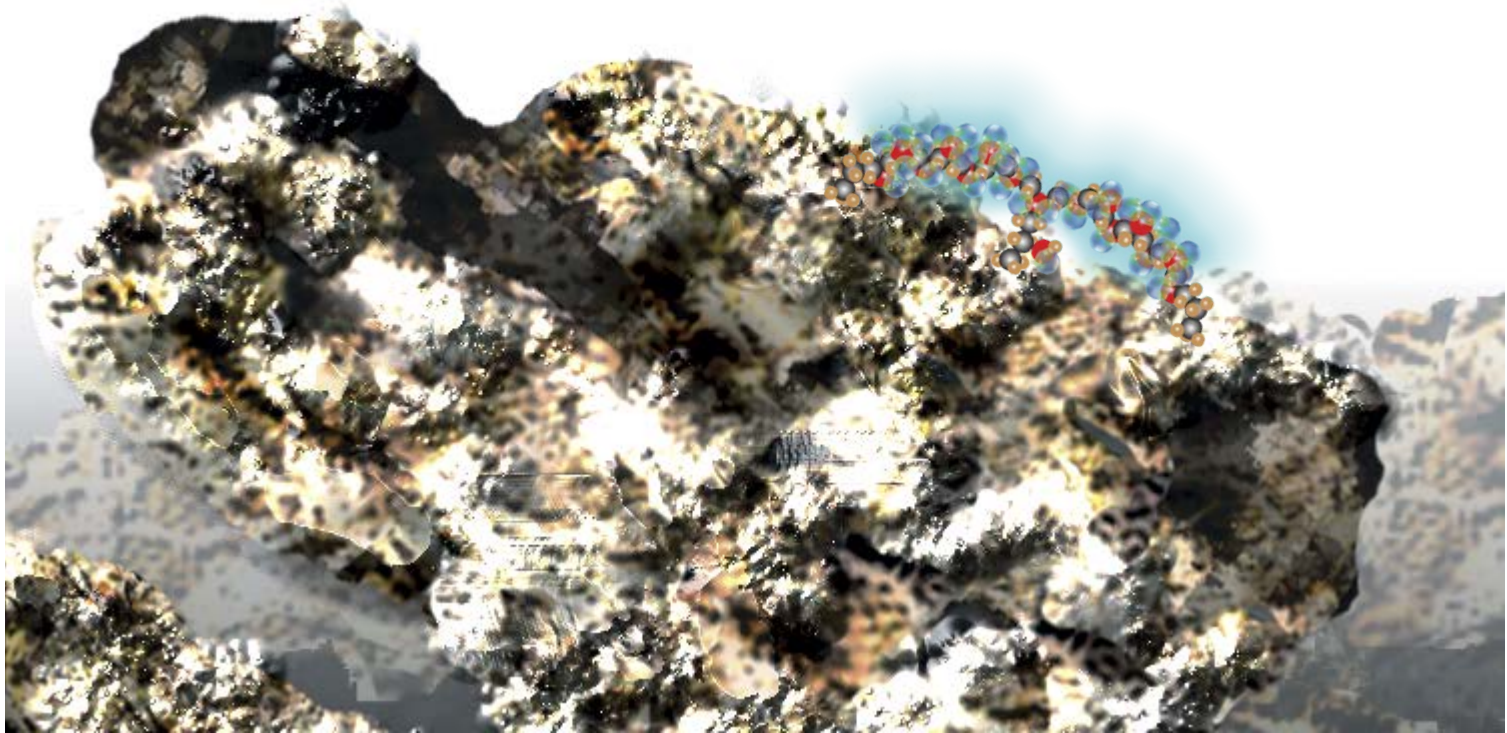
FAIRY RING  
INFECTION





# トリブロック界面活性剤

TRIBLOCK SURFACTANT

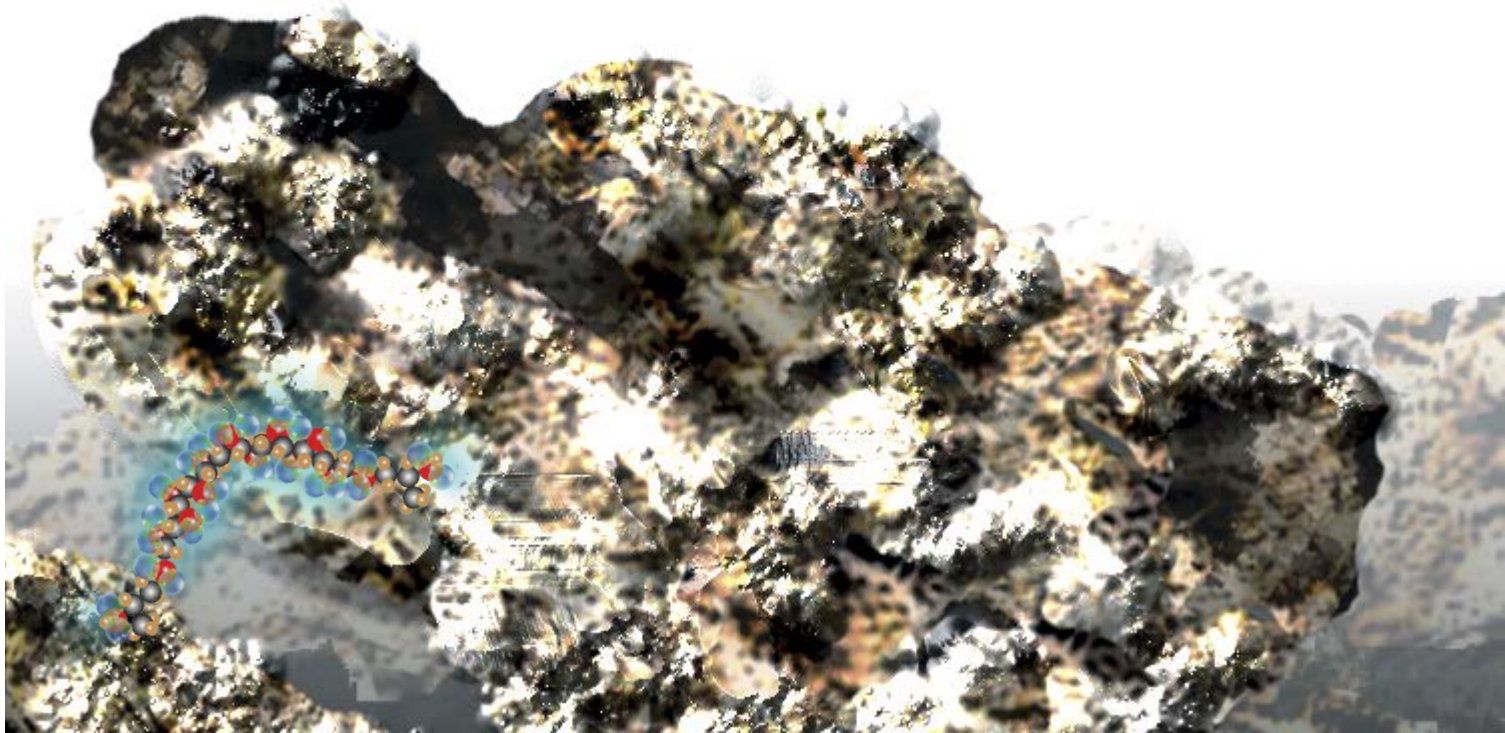


雨や散水がトリブロック界面活性剤と親水の殻を維持する

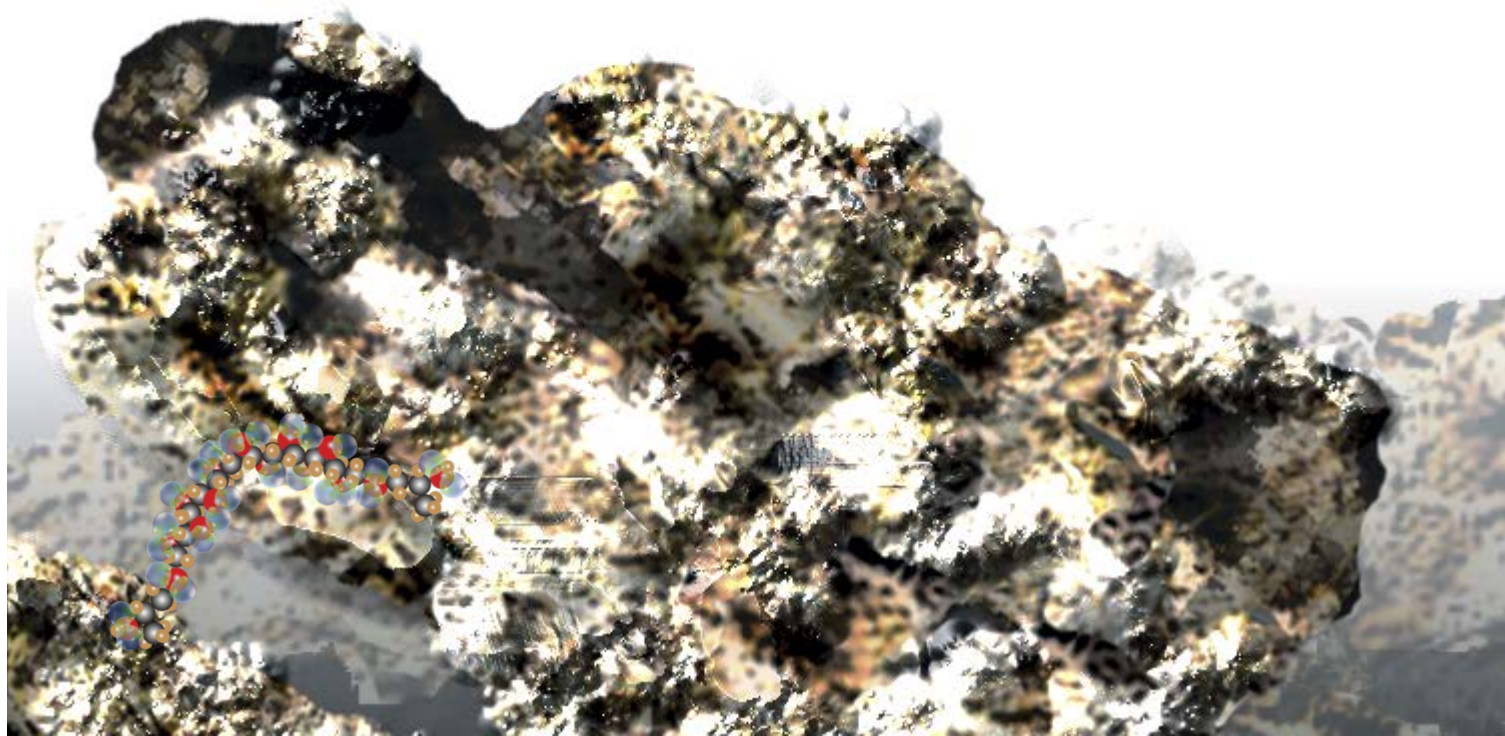
Rainfall or irrigation events continue to hydrate TRIBLOCK surfactant and build hydration shells

**注意点:トリブロックのサイトは粒子表面に近いところに作られる**

Note that TRIBLOCK sits closer to particle surface

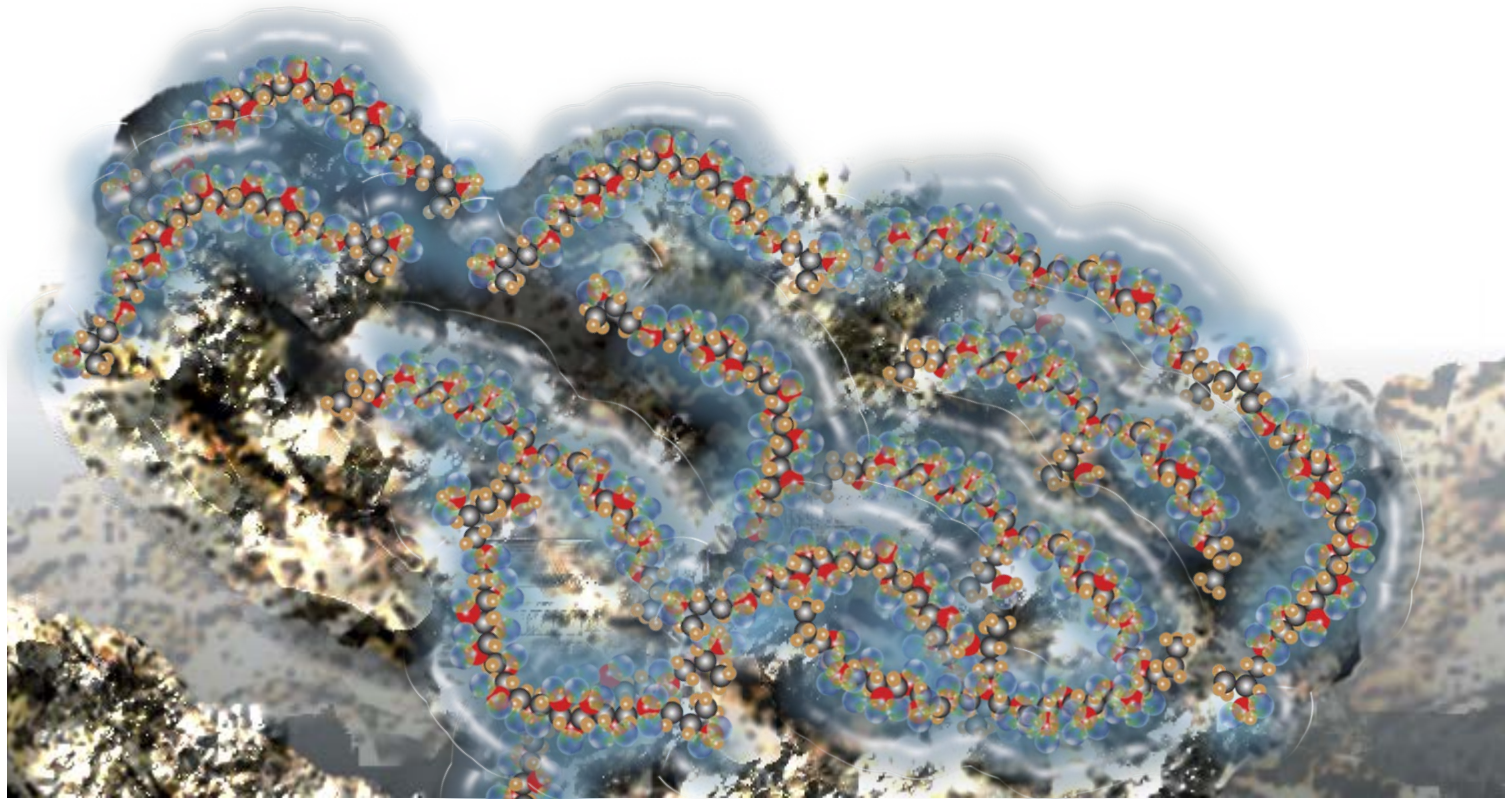






トリブロックにブレンドされた界面活性剤は根圏の水の動きのパターンの通り道を再構築することができるポリマーである

The triblock blended surfactants has a copolymer that once attached to soil particles, can help re-establish a matrix flow pattern of water movement through the rootzone



トリブロック界面活性剤混合剤が土壤層届くと、非極性で疎水性となった土壤粒子表面に付着して水を均一に引き付ける親水の“殻”となる

When triblock surfactant blend is introduced into the soil profile, its chemistries attach to non-polar areas on water repellent soil particles where they attract water and encourage the formation of a uniform hydration “shell” on the soil particle surface.

レトロ

**RETRO**



**NUMERATOR, INC.**



# 土壌の疎水性

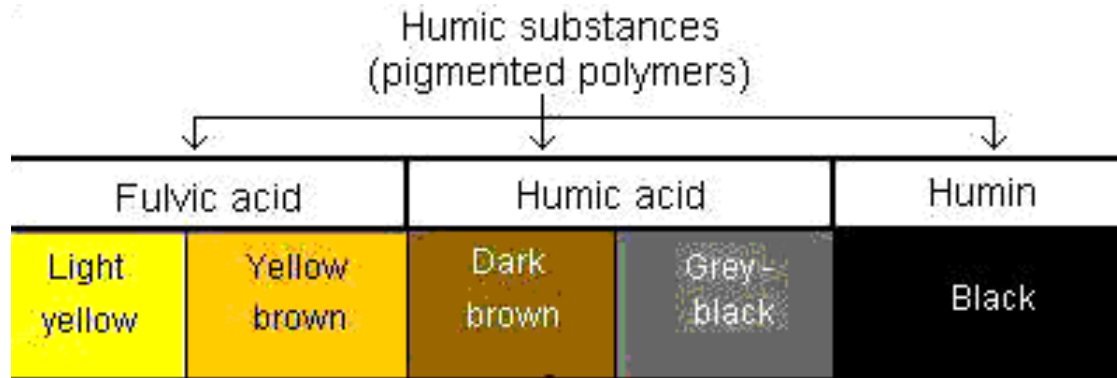
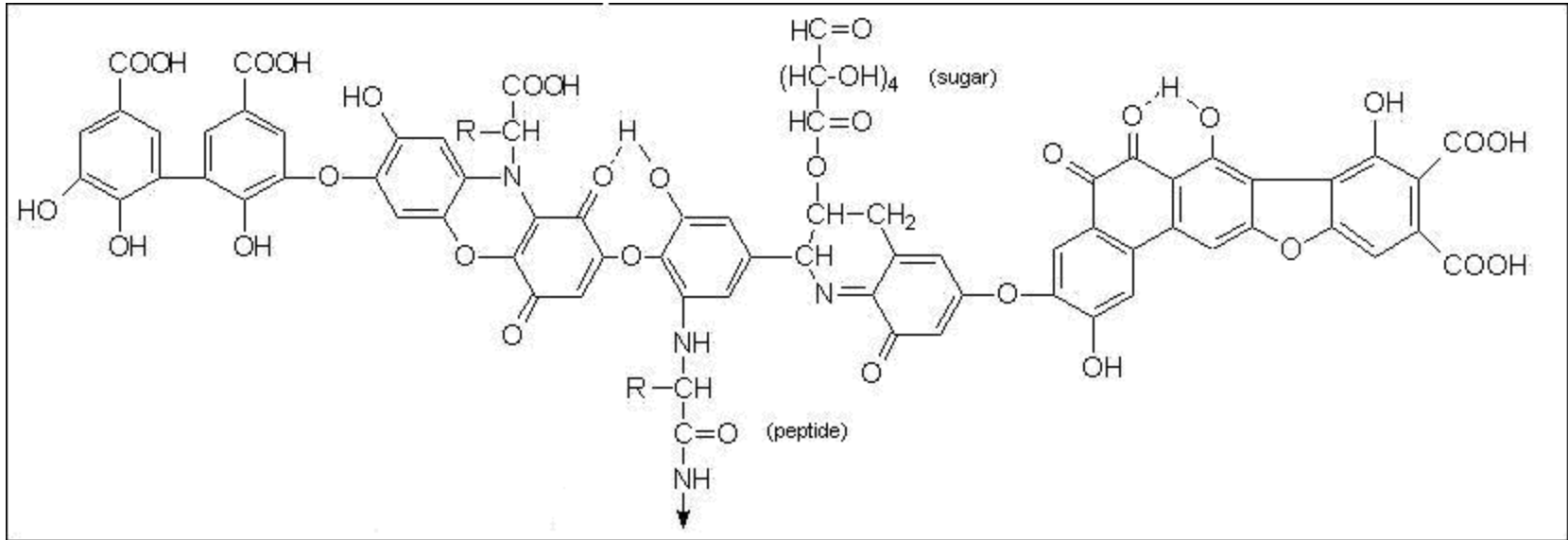
Soil Water Repellency

土壌有機物が土壌微生物の活動により、撥水性有機ポリマー物質に変えられて土壌粒子表面に撥水性有機ポリマーによる被覆をしてしまうことが最大の原因である

Once subjected to microbial action, **soil organic matter** (SOM) becomes the primary source of problematic **hydrophobic organic polymer materials** that coat the surface of soil particles.

# 腐食物質—複雑な元素の集まり

Humic Substances - Mixture of Complex Macromolecules



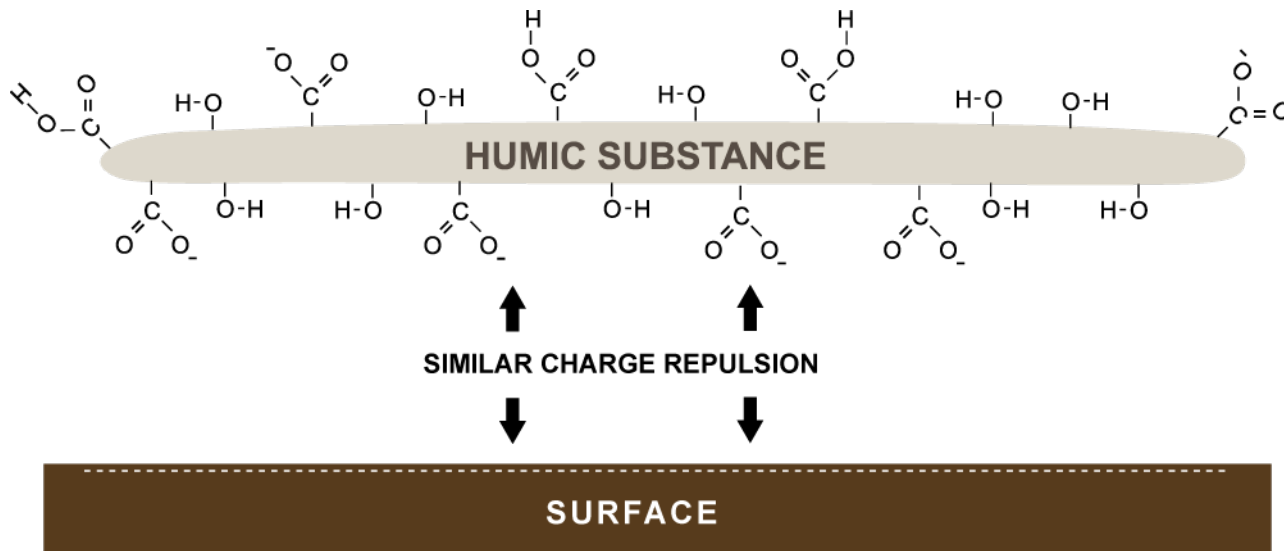
\_\_\_\_\_ increase in intensity of colour →  
 \_\_\_\_\_ increase in degree of polymerization →  
 2 000 \_\_\_\_\_ increase in molecular weight → 300 000 ?

# 土壌の疎水性

Soil Water Repellency

## 形態変化

Conformational Changes

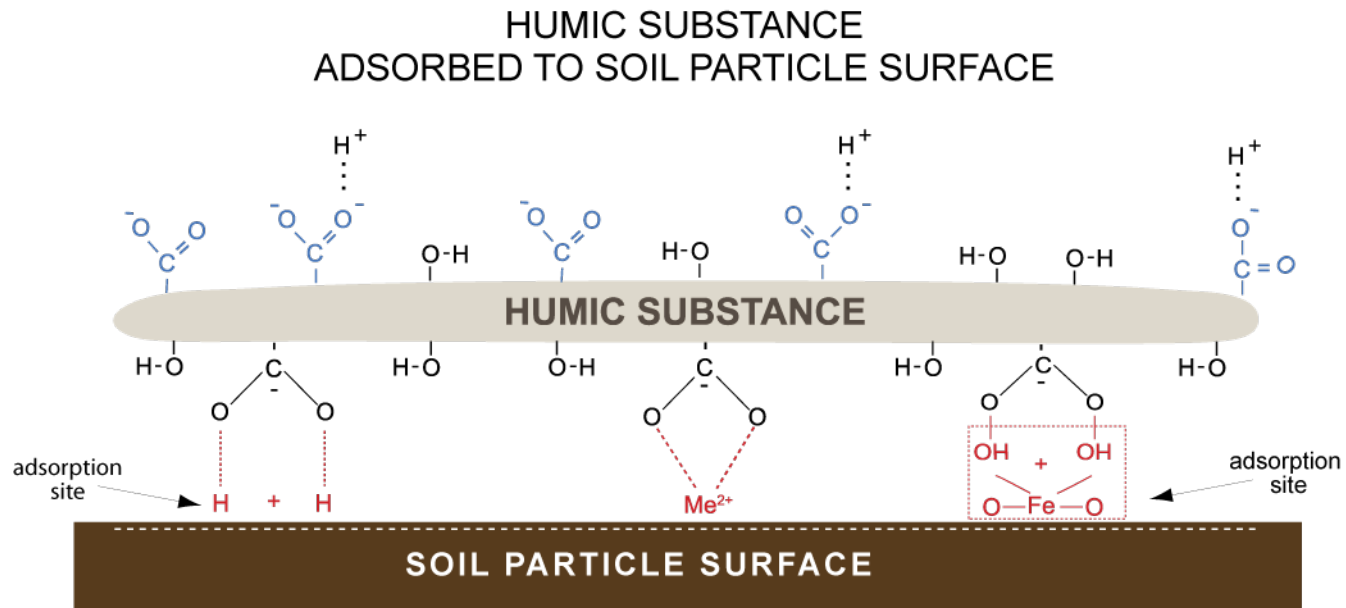


理論的には腐植物質は、負電荷を持っている砂の粒子表面から反発されるべきである。

Theoretically humic substances should be *repelled* from the sand particle surface which also has a negative charge.

# 土壌の疎水性

Soil Water Repellency

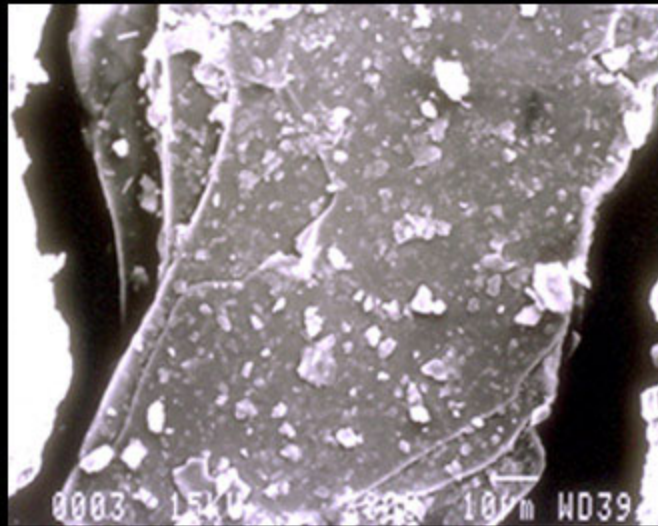


これらの結合は効果的に、静電相互作用を介して粒子表面に吸着することができ、官能基の表面電荷を反転させます。

These bonds effectively reverse the surface charge of functional groups that allow them to adsorb to particle surfaces through electrostatic interactions.

# 土壌の疎水性

Soil Water Repellency



@Karl Danneberger

**Electron micrograph  
of a wettable sand**

# 土壤の疎水性

Soil Water Repellency

撥水性フィルム

*Water Repellent Films*



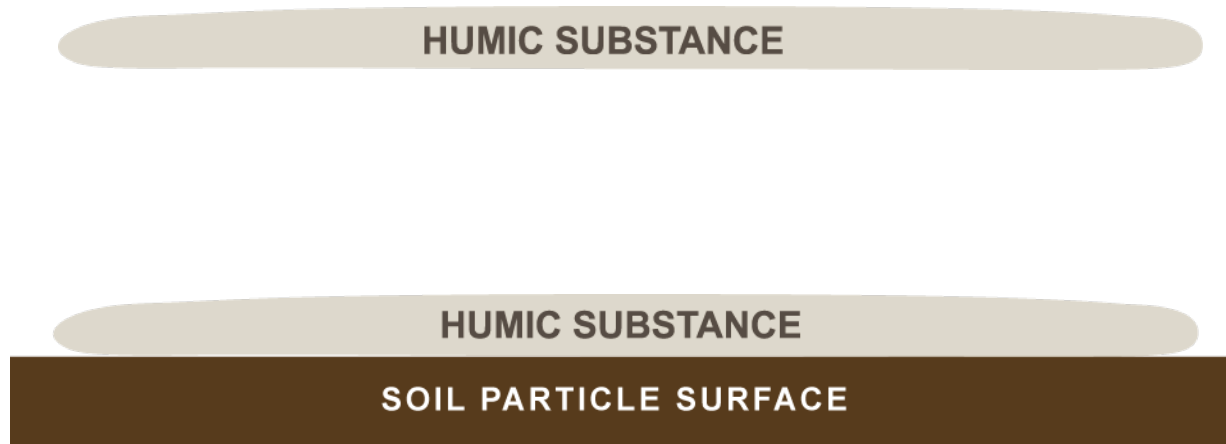
HUMIC SUBSTANCE

SOIL PARTICLE SURFACE



# Soil Water Repellency

## *Layer-on-Layer Deposition*



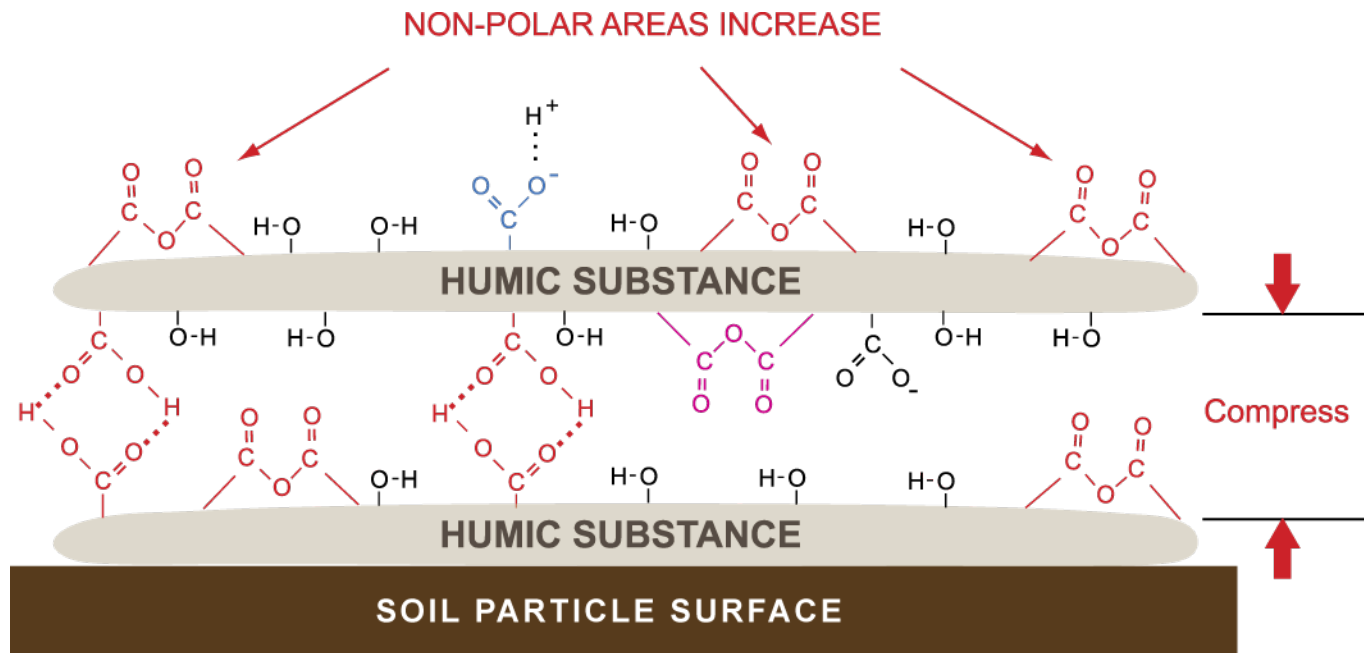
During later stages of development, hydrophobic humic substances continue to build on sand particles as layer-on-layer depositions.

# 土壌の疎水性

Soil Water Repellency

湿潤/乾燥サイクル

Wet / Dry Cycles



## DEHYDRATION

脱水過程が進むにつれて、腐植物質の表面の増加と層状フミン基板の圧縮の間に空間上の非極性のサイトは - 早期の膜が後に腐植物質の撥水性構造に変化します。

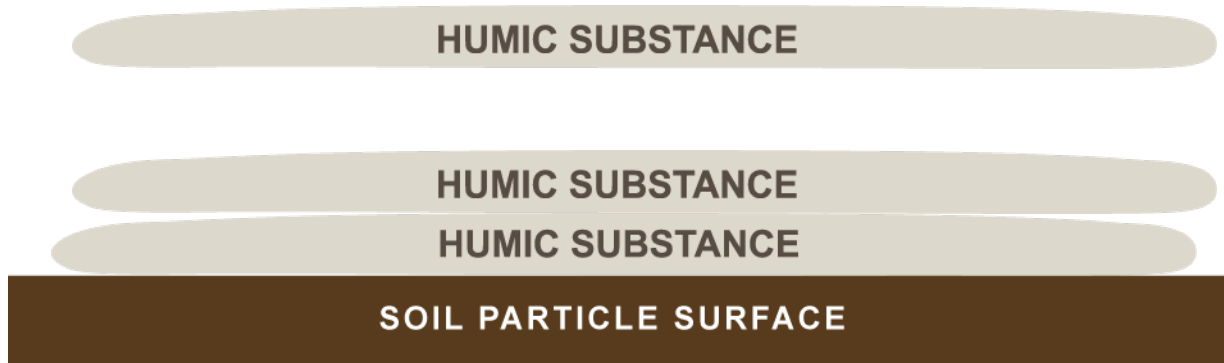
As the dehydration process continues, non-polar sites on the humic substances surface increase and spaces between the layered humic substrate compress – rendering early stage films and later stage layers of humic substances water repellent.

# 土壌の疎水性

Soil Water Repellency

**重層構造構築**

*Layer-on-Layer Deposition*

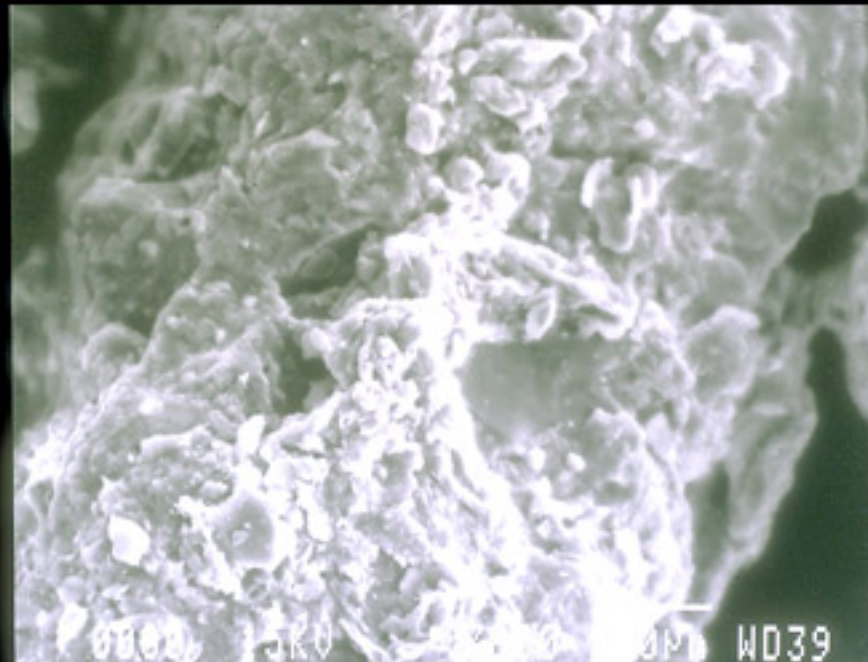


発生の後期段階では、疎水性の腐植物質は、重層構造構築して砂の粒子上に構築し続けています。

During later stages of development, hydrophobic humic substances continue to build on sand particles as layer-on-layer depositions.

# 土壤の疎水性

Soil Water Repellency



**Electron micrograph  
of a nonwetable sand**



レトロは、有機被膜除去剤と最高クラスの界面活性剤複合体の組み合わせによって土壌撥水性の原因に関連する問題にゴルフ場の芝生管理者が対処するための広範で積極的なアプローチが可能ないように作られています。

RETRO is a combination of a best-in-class surfactant complex with a blend of organic coating removal agents designed to provide the golf course superintendent with a broad, proactive approach to address the cause and problems associated with soil water repellency.



レトロでは、砂の粒子上に撥水コーティングする有機生成物被覆を修正する助けと撥水性の症状からの救済を提供することの両方に向けた補完的な技術を導入する新たな概念を示します。

○ RETRO represents a new concept of deploying complementary technologies directed at both helping to correct the build-up of water repellent organic coatings on sand particles and providing relief from the symptoms of water repellency.





**重層ポリマー生成**  
*Layer -on-Layer Polymer Build-up*

**有機被覆除去剤**  
*Organic Coating Removal Agent*

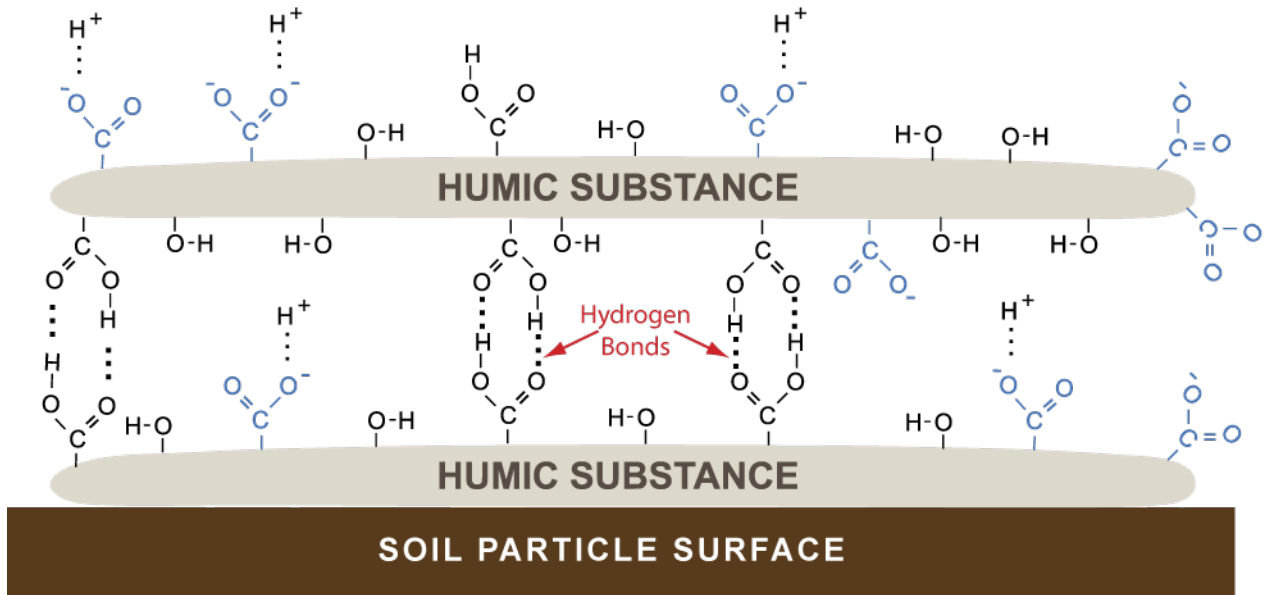
**撥水有機ポリマーの重層的コーティングが発生した場合には、レトロのコンポーネントは、これらの有機コーティング（他の有機材料との組み合わせで主に腐植物質）の分子画分を分離し、バルク土壌溶液中にこれらの部品を可溶化するために一緒に作用する。**

Where layer-on-layer coating of water repellent organic polymers occur, RETRO's components act together to separate the molecular fractions of these organic coatings (primarily humic substances in combination with other organic materials) and solubilize these parts into the bulk soil solution.



**重層ポリマー生成**  
Layer-on-Layer Polymer Build-up

**有機被覆除去剤**  
Organic Coating Removal Agent





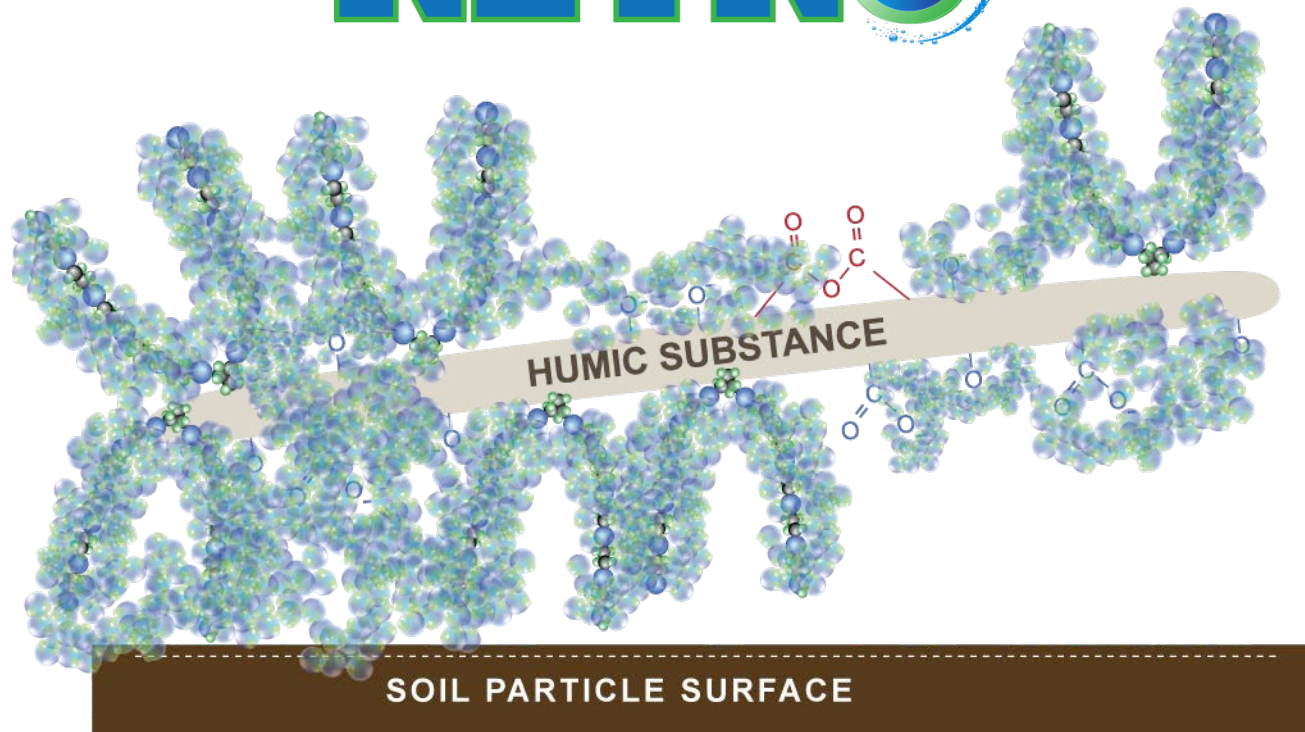
**重層ポリマー生成**  
*Layer -on-Layer Polymer Build-up*

## 混合界面活性剤

**レトロ製剤における界面活性剤は、腐植物質の疎水性部分に付着します。これらの界面活性剤は、水の分子（水和物）を引き付けて、土壌溶液を集めてフミン物質を構成する分子のさらなる分離を容易にします。これは多くの場合、非極性有機層の "剥離" と呼ばれています。**

Surfactants in the RETRO formulation attach to hydrophobic fractions of the humic substances. As these surfactants attract water molecules (hydrate), they facilitate further separation of molecules that comprise the humic substance into the bulk solution. This is often referred to as "flaking off" of the non-polar organic layers.

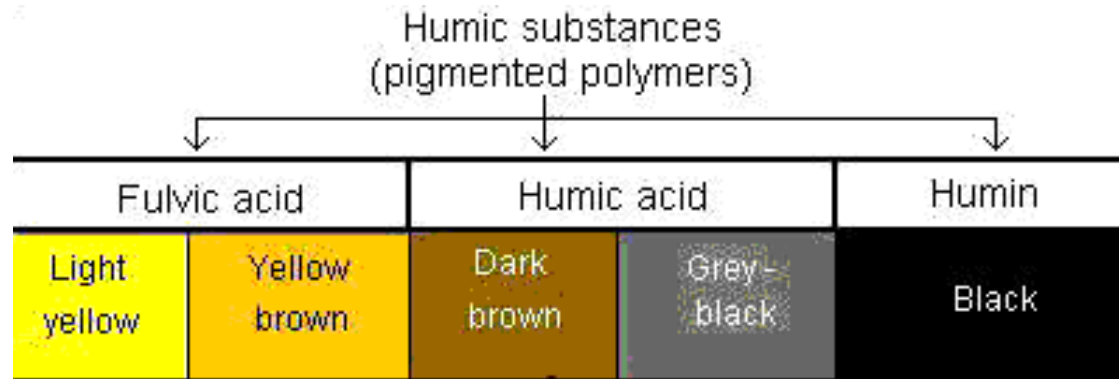
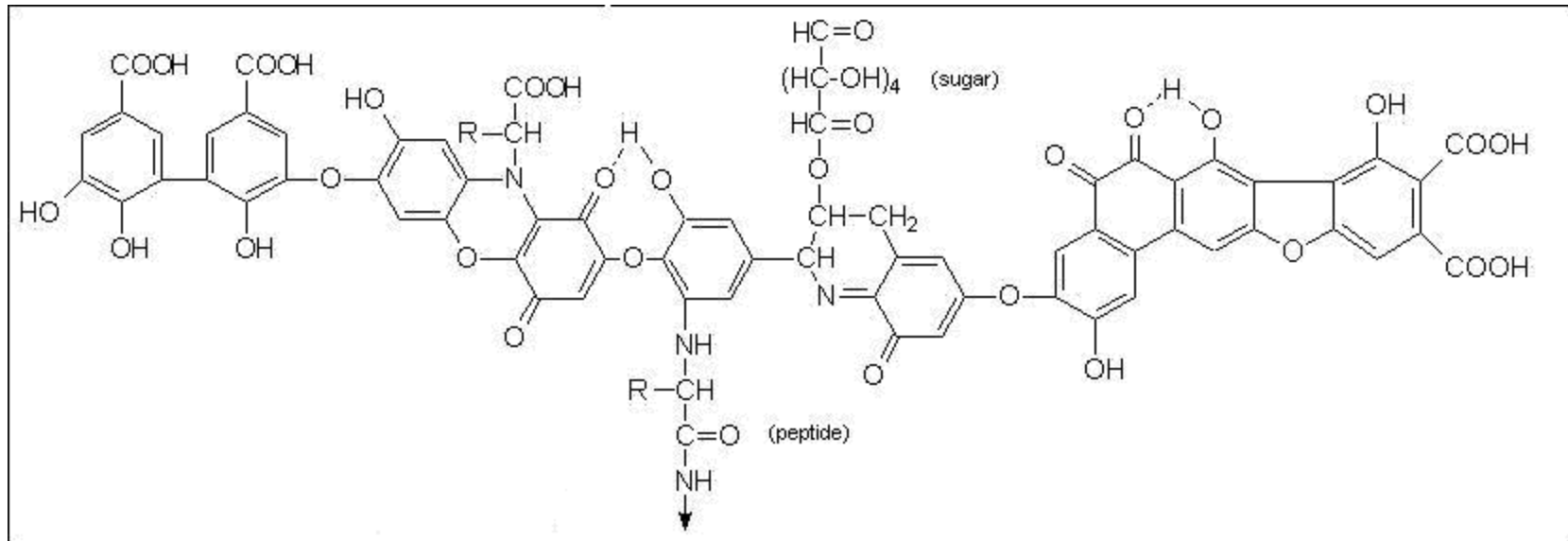
# RETRO



界面活性剤はまた、粒子表面や腐植物質に残ります。その後の散水により、界面活性剤効果と腐植物質の追加の除去だけでなく、浸透、浸透、保持と良好な濡れ性パターンの均一なパターンの復帰に貢献して水分補給をします。The surfactants also remain attached to humic substances that remain on the particle surface. Subsequent irrigations will rehydrate the surfactants and aid in additional removal of humic substances as well as contribute to a return of uniform patterns of infiltration, percolation, retention and favorable wetting patterns.

# 有機物質-高分子の複合ミックス

Humic Substances - Mixture of Complex Macromolecules



\_\_\_\_\_ increase in intensity of colour →  
 \_\_\_\_\_ increase in degree of polymerization →  
 2 000 \_\_\_\_\_ increase in molecular weight → 300 000 ?



## *Trial Results*

May, 2007





# PSU Soil Surfactant Trial

Control  
0 %

Percent Infiltration Penetration

2009 Research on Bent Grass with high Water Repellency

Retro

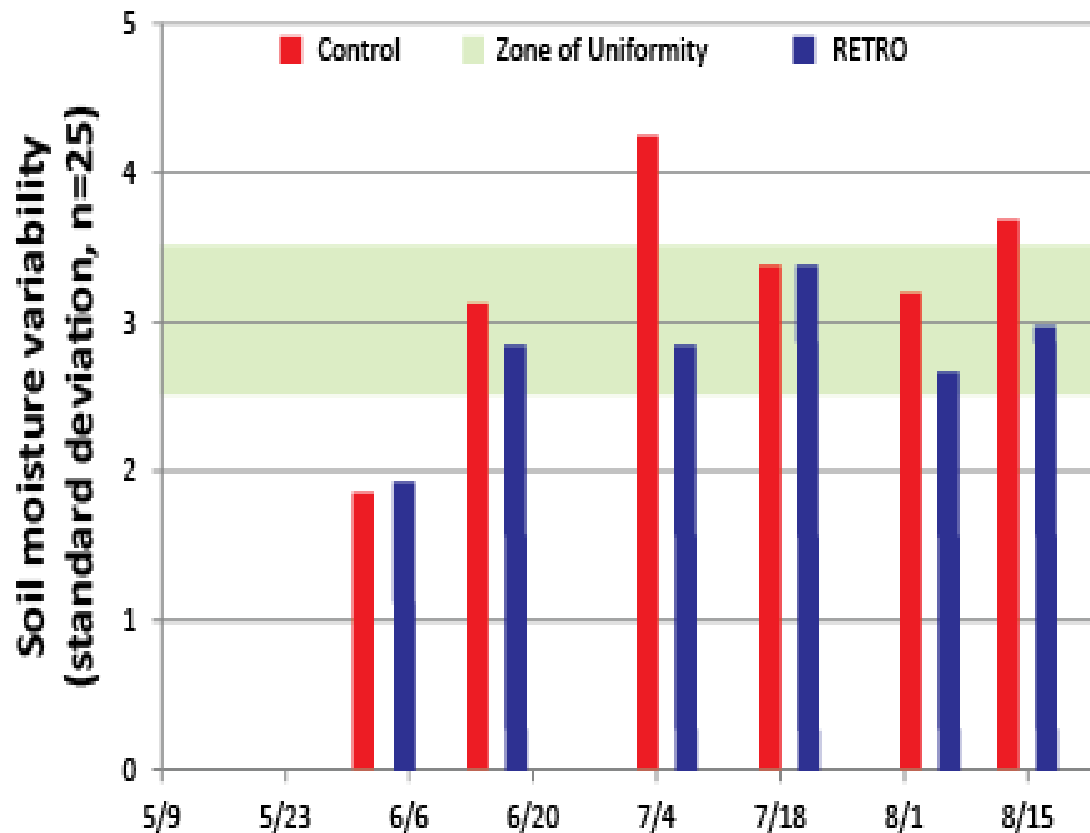
6 fl. oz. / 1000 ft<sup>2</sup>

110.0 %

競合商品(O)

6 fl. oz. / 1000 ft<sup>2</sup>

42.5 %



Effect of wetting agent application soil moisture variability, as measured by standard deviation - Fayetteville, AR, 2011.

*Volumetric soil moisture was evaluated twice monthly using a portable time domain reflectometry (TDR) unit. Twenty five measurements were taken on each plot using a 5 x 5 ft. grid (1 ft. centers) at three depths (1.5, 3, and 5 inches). Soil moisture maps were generated for each sampling date and depth.*