

Toprak Sorunlarına Yönelik Çözüm Önerileri ve Uygulamalar

Doç. Dr. Oğuz Can TURGAY

ZTO321

Toprak İyileştirme Yöntemleri



Fiziksel Toprak Sorunları

İnsan aktiviteleri (tarım-endüstri) veya doğal nedenlerden (aşırı yağış-kuraklık vs.) gibi nedenlerle toprağın katı bileşenleri ve su/hava boşlukları arasındaki olağan dengenin bozulması fiziksel toprak sorunlarını beraberinde getirir. Bu sorunlar;

- Toprak sıkışması
- Kabuk bağlama
- Düşük hava-su geçirgenliği (infiltrasyon)
- Taban suyu – drenaj problemleri
- Çölleşme-erozyon



Çözüm Önerileri-Uygulamalar

- Toprak trafiğini açısından alınabilecek önlemler
 - sorunlu arazide kullanılan araç trafiğinin azaltılması/belirli bir süre kaldırılması,
 - Arazide takip edilen rotanın değiştirilmesi
 - Uygun (düşük) lastik basıncında çalışma ve sıkışmanın olduğu alanın dinlendirilmesi
- Arazi üzerindeki bitkisel faaliyetin (bahçe-tarım vs) azaltılması veya bitki örtüsünün belirli bir süre değiştirilmesi

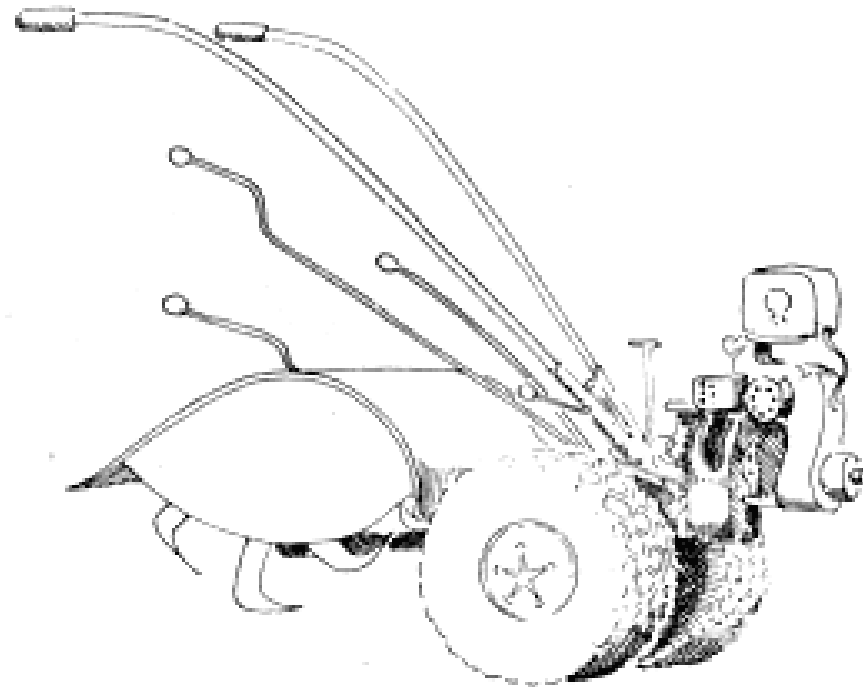
Çözüm Önerileri-Uygulamalar

- **Toprak işleme**
 - “İkileme-üçleme” gibi toprak işleme (sürüm) kademelerinin kaldırılması / en aza indirilmelidir.
 - Tek seferde birçok işlemin yapılmasına olanak sağlayan kombine tarım alet-makineleri kullanılması
 - Sıfır veya minimum toprak işleme teknikleri
 - Sıkışma meydana gelen katmanın sürülerek parçalanması
- **Toprak düzenleyici uygulamaları**
 - Genellikle organik madde (gözenekli-geçirgen bir toprak bünyesi için)



İkilime –üçlemede kullanılan ekipmanlar





ROTO TILLER

Toprak düzenleyiciler



- Park, oyun parkı, okul bahçeleri gibi alanlarda dekoratif amaçlı yüzey kaplama (yabancı ot kontrolü, su tutma açısından etkili)



- “Malç”, toprağı gözenekli yapı kazandırmak, su tutma kapasitesini artırmak, organik madde içeriğini zenginleştirmek amaçlı





- Organik madde içeriği zengin toprak ilavesi (tohum, çimlendirme, bitki yetiştirme, seviyelendirme, doldurma, amaçlı. Kuraklığa karşı etkin su tutma



- Jips (CaSO_4) içerikli maddeler (toprağa gevşek-boşluklu yapı kazandırma, kök gelişimini teşvik, Ca ve S sağlama, etkin su penetrasyonu, tuz zararını azaltma etkisi vs.





Rüzgar kırınlar (ağaç şeritler – perdeler) rüzgar erozyonunu engeller ve toprak nemini muhafaza ederler.



Toprağı yırtmak, rüzgar erozyonunu azaltmak için kullanılan ivedi bir koruma önlemidir.

Killi toprakları yırtmak: Sivri uçlu toprak işleme aletleri kullanarak killi toprakları yırtmak, genellikle erozyona dayanıklı kesekleri toprak yüzeyine çıkartır ve prürüzlü bir toprak yüzeyi yaratır. Eğer toprak kesekleri kolaylıkla kırılabilir (kırılgan) ise, çiziler arası mesafe yaklaşık olarak 5 m olmalıdır.



Yüzeyi pürüzlendirmek ve anıza bırakmak tarım alanlarındaki rüzgar erozyonunun önlenmesinde büyük öneme sahiptir.

Kimyasal Toprak Sorunlarına Yönelik Çözüm Önerileri ve Uygulamalar



Kimyasal Toprak sorunları

- asitleşme-alkalileşme (tuzluluk-alkalilik)
- düşük toprak verimliliği
- inorganik kirleticiler (ağır metaller; Pb, Cd, Hg, Cr, Ni, As, Co)
- organik kirleticiler (hidrokarbonlar, pest. Kalıntıları, antibiyotik-hormon vb.)

Tuzlu-alkali toprakların iyileştirilmesi

Tuzlanmış bir alan-Eskişehir



Özellikler	Tuzlu Topraklar	Alkali Topraklar
Kimyasal	Ca, Mg ve Na'nun klorür ve sülfat tuzlarının egemen olduğu nötral çözünebilir tuzlar.	Önemli miktarda doğal çözünebilir tuzlar genellikle mevcut değildir. Na ₂ CO ₃ gibi alkalin hidroliz yeteneğinde tuzların önemli miktarı mevcut.
	Saturasyon çamurunda pH 8.5 dan küçük.	Saturasyon çamurunda pH 8.5'dan büyük
	EC (Saturasyon ekstraktı) >4 dS/m, bu sınır genel kabul görmüş bir limittir.	ESP>15, Saturasyon ekstraktında EC<4 dS/m, bazen daha yüksek, eğer önemli miktarda çözünebilir Na ₂ CO ₃ mevcutsa .
	Na, genelde başat iyon olmakla beraber, toprak çözeltisi önemli miktarda Ca, Mg gibi iki değerlikli katyonları da içerir.	Na, başat çözünebilir katyondur, toprakların yüksek pH'sı Ca ve Mg gibi katyonların çökmesine sebep olabilir
	Topraklar dikkate değer derecede jips gibi çözünebilir Ca bileşikleri içerebilir.	Bu topraklar jips içermezler

Toprak İyileştirme Yöntemleri

- **Fiziksel**
- **Biyolojik**
- **Kimyasal**
- **Hidro teknik**

Fiziksel İyileştirme

Tuzlu ve alkali toprakların ıslahı için,

- derin sürüm,
- alttan toprak işleme,
- kumlama ve
- profilin alt-üst edilmesi gibi mekanik işlemler kullanılmaktadır.
- Bu işlemlerden ilk üçünün amacı, ince ve kaba bünyeli katmanların karışımını sağlamak ve daha homojen bir toprak elde etmek (derin sürüm), geçirgen olmayan katları kırarak (sub soiling) ve ince bünyeli toprağa kum ilave ederek (kumlama) toprağın geçirgenliğini artırmaktır.
- Profilin alt-üst edilmesi, arzu edilmeyen toprak katmanının, alt katmandan alınan daha iyi bir materyal ile değiştirilmesidir.

Biyolojik İyileştirme

- Yaşayan ve ölü organik maddelerin tuzlu ve alkali toprakların üzerine etkisi
 - a. Toprağın geçirgenliğinin artırılması,
 - b. Solunum ve ayrışma sırasında CO₂ salınımı
- Bitki örtüsü (gölgelendirme etkisinden dolayı yüzeyden buharlaşmanın azalması; kapillar su hareketinin azalması ve böylece yüzeyde tuz oluşumunun yavaşlaması.
- Organik karakterli gübre ilavesi (toprağın gevşetilmesi yoluyla yüzey toprağının geçirgenliğinin artması, biyolojik aktivitedeki artıştan dolayı CO₂ artışı;
- Hem tuzlu hem de alkali topraklarda, yukarıda belirtilen birinci etki yararlı olurken, ikinci etki kireçli alkali topraklar üzerine çok daha fazla etkide bulunur.

Kimyasal iyileştirme

- Kimyasal işlemler, toprak reaksiyonunu nötralize etmek, serbest sodayı (Sodyum karbonat) reaksiyona sokmak ve değişebilir sodyumun kalsiyumla yer değiştirmesini sağlamak amacıyla kullanılır.
- Alkali toprakların kimyasal yöntemlerle iyileştirilmesi, hidrolojik (yüzey ve yeraltı suyu) sorunların iyi bir şekilde düzenlenmesine bağlıdır. İyileştirmede kullanılan materyaller toprağın genetik tipine ve kimyasal özelliklerine bağlı olarak 3 gruba ayrılır:
 - Kalsiyum klorür ve jips gibi çözünebilir kalsiyum tuzları,
 - Kireçtaşı (CaCO_3) ve şeker fabrikalarının kireçli atıkları (şılam, kalsiyum bileşiklerinin karışımı) gibi yavaş çözünen kalsiyum bileşikleri,
 - Sülfürik asit, kükürt ve demir sülfat gibi asitlendirici materyaller.

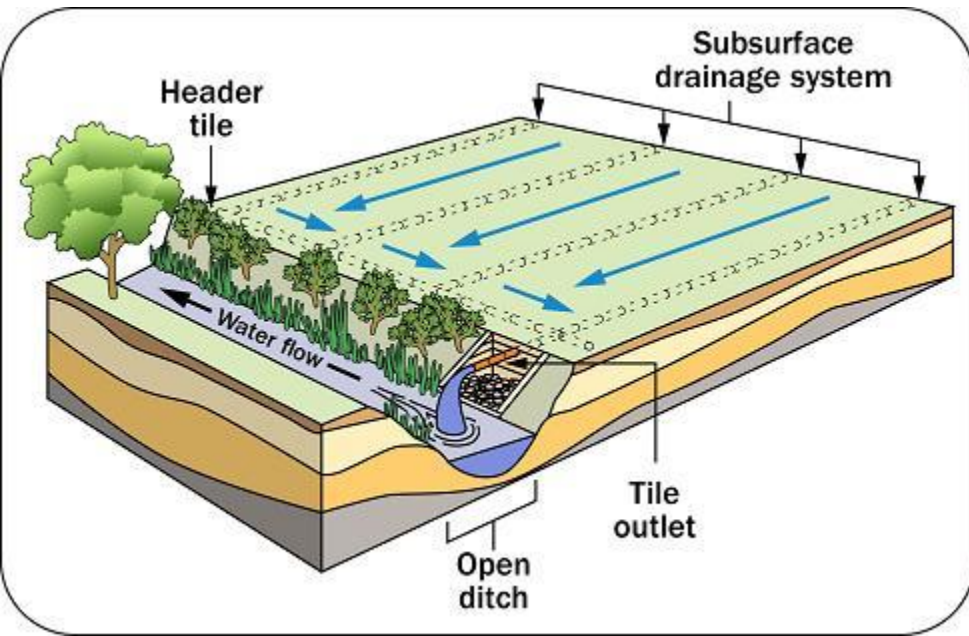
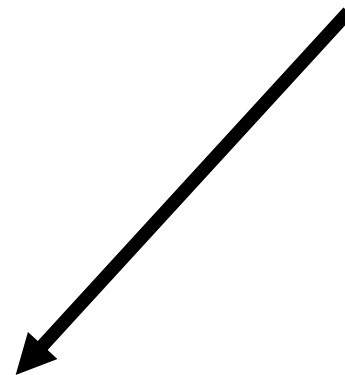
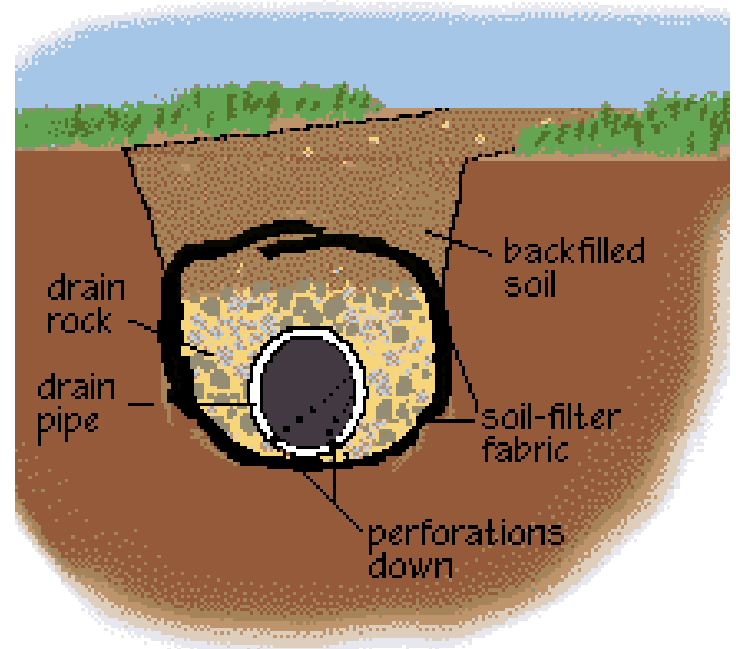
Kimyasal iyileştirme

- Hidrojenin doğrudan etkisi yanında, asitlendirici uygulamalar; sodyum karbonatı n6tralize eder. Kireçli topraklarda, kireçle reaksiyona girerek arzu edilen ç6zünebilir kalsiyumu sağlamak ve jipsi oluşturmak yoluyla alkali toprakların ıslahına yardımcı olurlar.
- **Jips, şimdiye kadar alkali toprakların ıslahında en yaygın olarak kullanılan ıslah maddesidir.** Kalsiyum klorür, yüksek ç6zünebilirliğe sahip olup, özellikle sulama suyuna ilave edildiğinde eğer maliyeti yüksek değil ise iyi bir ıslah edici olabilir.

Hidrotennik iyileŖtirme

- 1) **Yıkama**; çözünebilir tuzların fazlasını kök bölgesinden uzaklaŖtırmak. Bu nedenle, tuzlu drenaj suyunun, yeniden tuzlulaŖmayı ve alkalileŖmeyi önlemek amacıyla, uzaklaŖtırılması için gerekli hazırlıklar yapılmalıdır.
- 2) **Drenaj**; yıkama ile toplanan tuzlu suyun bitki-kök bölgesinden uzaklaŖtırılması (toprağın alt katlarının geçirgen olması durumunda, drenaj yapılandırması gerekli olmayabilir. Ancak tuzlu-alkali sorunlu çoğru durumda bu olmadığından drenaj sistemine gerek duyulur.

Tuzlu topraklarda drenaj sistemi yalnız üst toprak katının değıl, aynı zamanda alt topraktaki tuzların uzaklaŖtırılması Ŗeklinde düzenlenmelidir. Bu Ŗekilde, toprağın ve alt toprağın su ve tuz dengeleri düzenlenmiŖ olur.



İyileştirme Yöntemini Seçerken

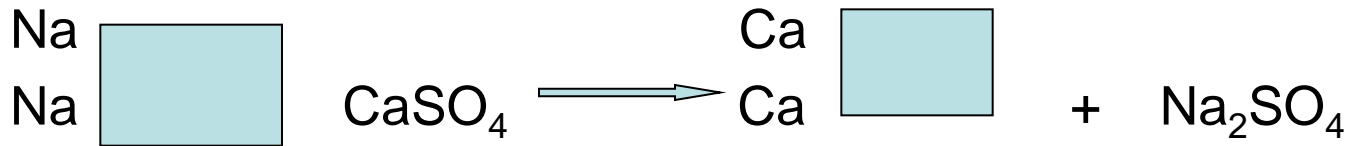
- **İklim özelliklerinin belirlenmesi** (mevsimsel, sıcaklık-yağış-nem verileri)
- **Toprak özelliklerinin belirlenmesi** (yüzeyden itibaren 4-5 m derinlik için; agregat stabilitesi ve infiltrasyon, tekstür, pH, EC, DSY, SAR, gibi fiziksel-kimyasal özelliklerin saptanması; bu bilgileri yorumlayarak sorunlu toprak sınıflamasının yapılması; alt toprak tiplerinin belirlenmesi;
- **Sulama suyunun kimyasal özelliklerinin bilinmesi** (suyun kimyasal özellikleri; EC-pH-anyon/katyon içeriği vs)
- **Toprak tuzluluğunun nitelikse özellikleri** (mümkünse tuz minerallerinin çeşitlerinin saptanması; hakim anyon ve katyonların miktar ve birbirlerine oranlarının bilinmesi gerekir.

İyileştirme Yöntemini Seçerken

- Yukarıda belirtilen hususlar ideal yöntemin seçilmesini sağlar. Taban suyunun yüzeye yakın olduğu yerlerde, drenaj sistemi başlangıçta kurulmalıdır. Bu tip alanlarda, hem drenaj hem de yıkama suyu için taban suyunun seviyesini düşürmek amacıyla yoğun dren ve kollektör ağı kurulmalıdır. Doğal drenajı bulunmayan alanlarda daha kesin ölçümlere ihtiyaç bulunmaktadır.
- Kısa sürede başarı için yöntem kombinasyonu şart. (Örneğin 80 cm derinliğinde **jips içeren** yüksek-alkali (Na) toprakta, **profilin alt üst edilmesi**, Na'a dayanıklı **Bermuda gibi bitkilerin yetiştirilmesi** ve **kalsiyumca doygun su ile sulama yapılması** gibi uygulamaların bir arada yapılması, toprak ıslahının hızlı bir şekilde sonuçlanmasını sağlar.

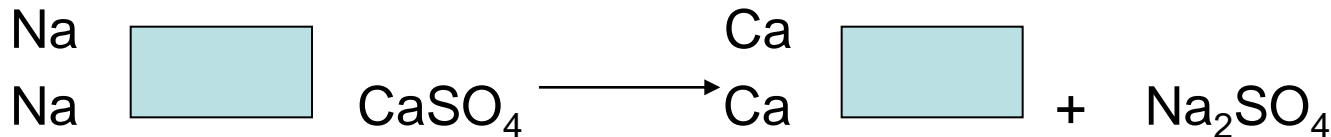
Jips ve sülfürik asit uygulaması

- $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CaSO}_4 \rightarrow \text{CaCO}_3 + \text{Na}_2\text{SO}_4$ (Yıkanabilir)



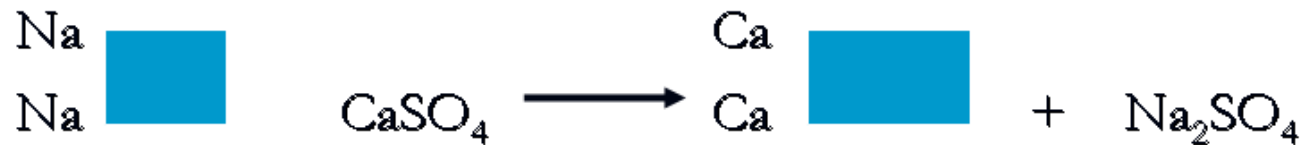
Sülfürik asit uygulaması

- $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{SO}_4$
- $\text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{CaSO}_4 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$



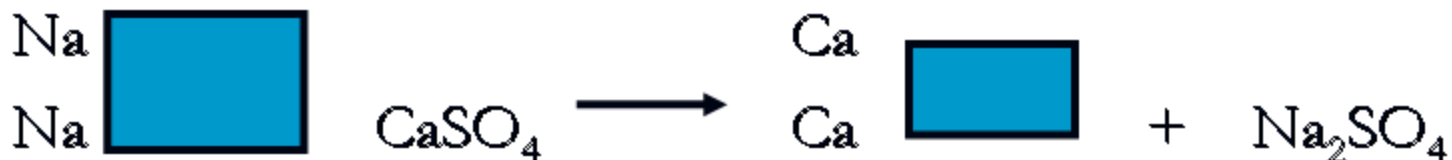
Kükürt uygulaması

- $S + 3 O_2 \rightarrow 2 SO_3$ (mikrobiyal oksidasyon)
- $SO_3 + H_2O = H_2SO_4$
- $H_2SO_4 + CaCO_3 \rightarrow CaSO_4 + H_2O + CO_2$



FeSO₄ Uygulaması

- $\text{FeSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{Fe}(\text{OH})_2$
- $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{CaCO}_3 \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 + \text{CaSO}_4$



İyileştirme materyali miktarını etkileyen faktörler

- Toprak tekstürü
- Kil tipi
- ESP düzeyi
- Bitki türü
- Toprak derinliği

Biyolojik Toprak Sorunlarına Yönelik Çözüm Önerileri ve Uygulamalar

Solarizasyonu ve fümigasyon
uygulamaları

Solarizasyon

(güneş ışığına maruz bırakma)

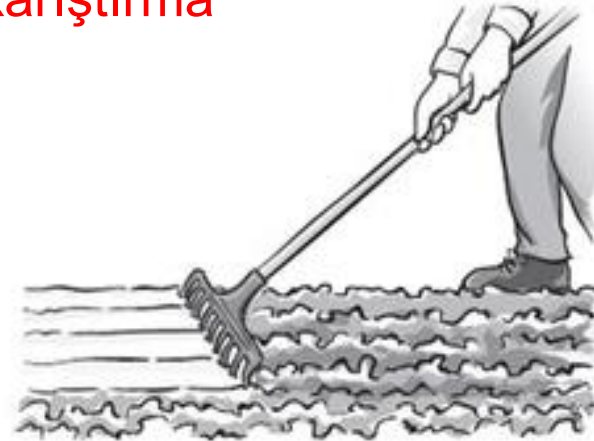
- Toprak kökenli patojenik canlıların (bakteri, mantar, nematod, kene-kurt-mayt böcek vb.) ve yabancı ot tohumlarının yok edilebilmesi için toprağın güneş enerjisi yardımı ile bulunduğu ortamda steril edilmesidir.

Toprak solarizasyonun aşamaları

Ufalama-karıştırma



Sulama (%70)



Naylon film ile kaplama







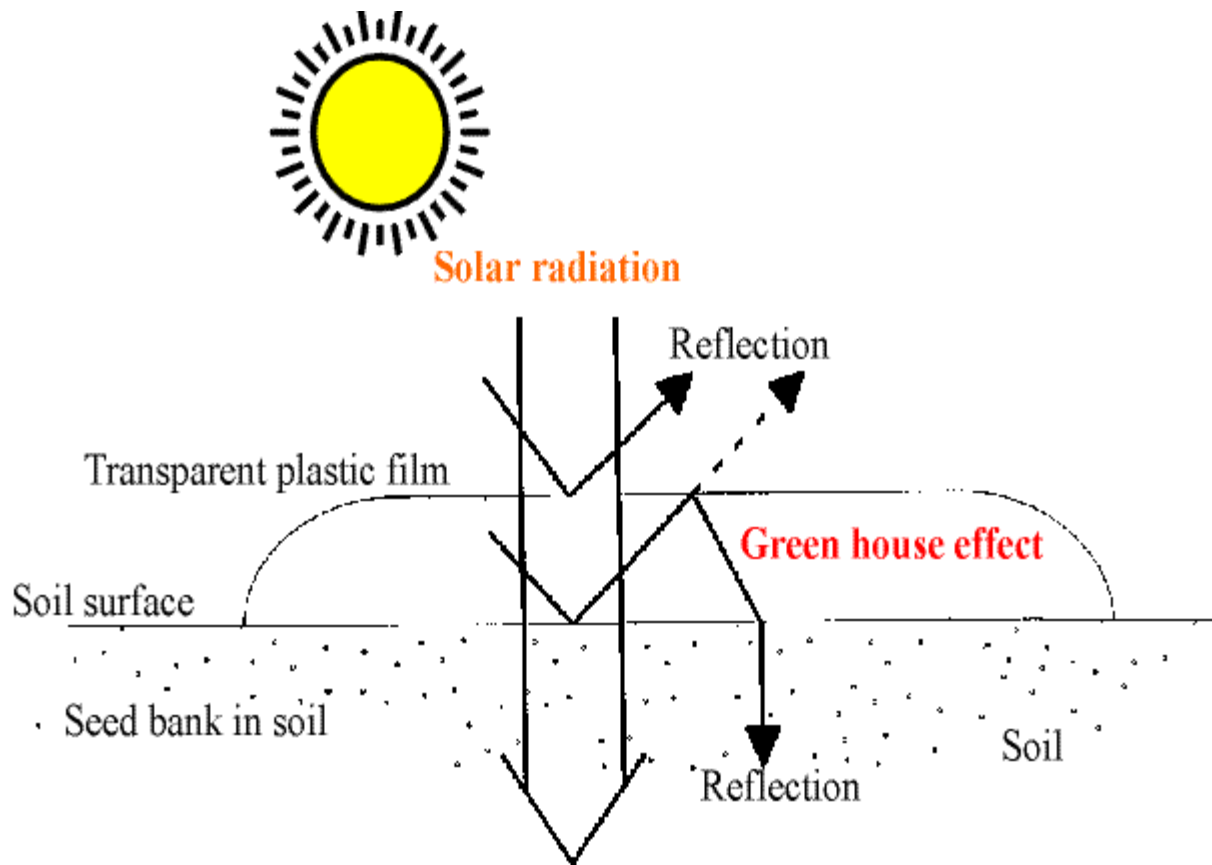


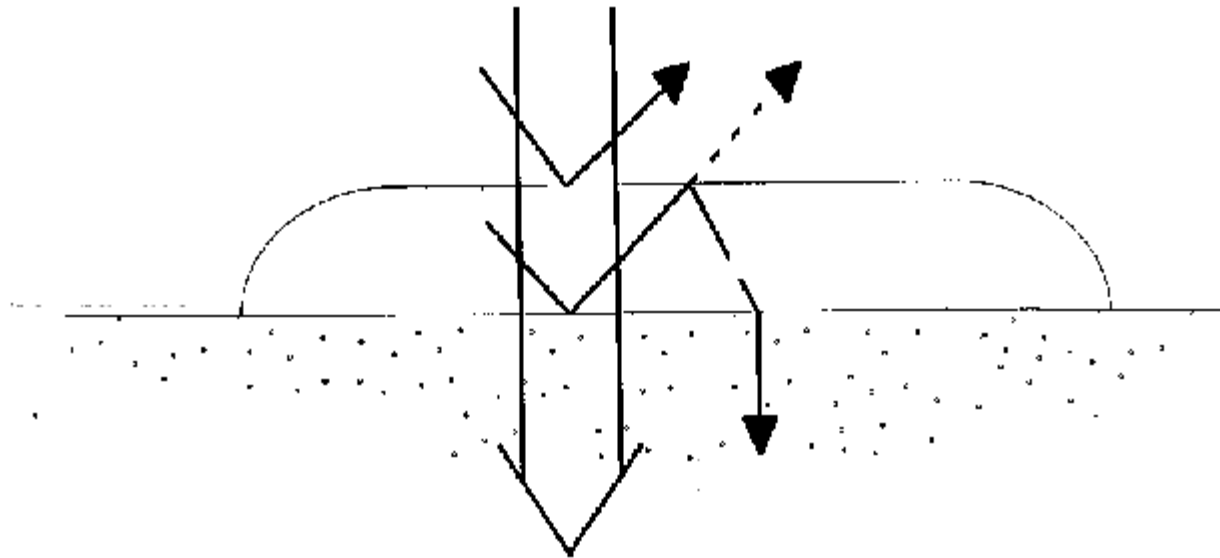
UC Statewide IPM Project
© 2000 Regents, University of California





Solarizasyon boyunca....





SOLARİZASYON UYGULAMASININ BAŞARISI

- GÜN UZUNLUĞU VE GÜNEŞ IŞIĞININ ŞİDDETİ (Temmuz-Ağustos)
- YER HAZIRLIĞI (toprak homojenizasyonu)
- PLASTİK ÖRTÜ (**Polietilen-PE**; Polivinilklorid-PVC ve etilenvinilasetat-EVC)
- TOPRAK NEMİ (üst katman en az %70 ve 60cm'e kadar nem korunmalı)
- TOPRAK SICAKLIĞI (nem-sıcaklık-ışık şiddeti-hava sıcaklığı-naylon filmin şeffaflığı-toprak rengi gibi faktörlere bağlı olarak 5 cm'de 42-55°C ve 45 cm'de 32-36°C'ye kadar)

Solarizasyon ile mücadelesi yapılan mantar ve nematodlar

- *Plasmodiophora brassicae* (Lahana Kök-Ur Hastalığı)
- *Phytophthora* spp. (Kök ve Kök Boğazı Çürüklüğü)
- *Pythium ultimum* (Kök çürüklüğü)
- *Pyrenochaeta lycopersici* (Kök Mantarlaşması)
- *Didymella lycopersici* (Gövde çürüklüğü)
- *Rhizoctania solani* (Kök çürüklüğü)
- *Verticillium* spp. (Verticillium solgunluğu)
- *Fusarium oxysporum* (Fusarium solgunluğu)
- *Sclerotinia* spp. (Beyaz Çürüklük)
- *Rosellinia necatrix* (Kök çürüklüğü)
- *Thielaviopsis basicola* (Kök çürüklüğü)

- *Meloidogyne* spp. (Kök-ur nematodları)
- *Ditylenchus* spp. (Soğan sak nematodu ve yakın türleri)
- *Helicotylenchus* spp. (Spiral nematodlar)
- *Tylenchulus semipenetrans* (Turunçgil nematodu)
- *Tylenchorhynchus* spp., *Quinisulcius* spp. (Bodurlaştırıcı nematodlar)
- *Globodera* spp., *Heterodera* spp. (Kist nematodu)
- *Xiphinema* spp. (Kamalı nematodlar)
- *Pratylenchus* spp. (Çayır nematodları)
- *Paratylenchus* spp. (toplu iğne nematodları)
- *Rotylenchulus reniformis* (Böbrek ematodu)



Toprak fumigasyonu (dumanlama)

- Üzeri naylon film ile kaplı toprak koşullarında toprak yüzeyinde yaayan zararlı bitki-bitki tohumu ve organizmaların zehirli gaz kullanımı ile ortadan kaldırılması
- Bu gazı sağlayan maddelere “fumigant” denir.
- En çok kullanılan Methyl bromide (CH_3Br). Sıvı ancak hava ile temasa geçince renksiz-kokusuz gaz haline geçer





Radyoaktif Toprak Kirliliği ve özüm Önerileri

Fukushima Daiichi Nükleer Santral

Kazası Örneği

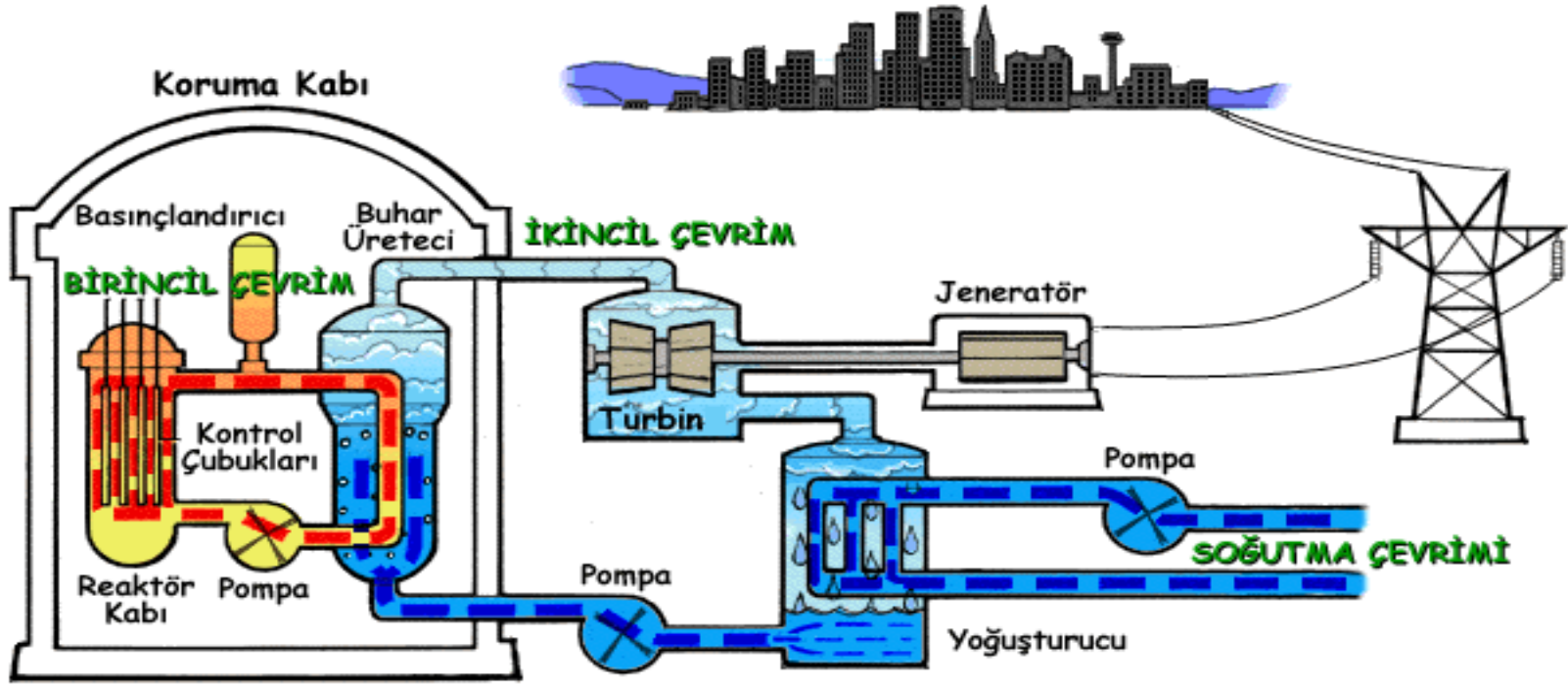


Officials checked for signs of radiation on children from the evacuation area near the Fukushima Daiichi nuclear plant in Koriyama. | Kim Kyung-Hoon/Reuters



Doç. Dr. Oğuz Can TURGAY
ZTO321 Toprak İyileştirme Yöntemleri

Nükleer güç santrali nasıl çalışır?



- Kaynak-Isı enerjisi dönüşümü = buhar-türbin/jeneratör = elektrik üretimi
- Isı üretmek için nükleer reaksiyon kullanır
- R.aktif maddelerin çevreye salınmaması için gereken ek sistemler.
- Nükleer yakıtı barındıran yakıt tüpleri arasında ısınarak geçen su, türbin için buhar üretilen bir çevrimi ısıtmak için kullanılır (birincil sistem)
- Birincil soğutma sistemindeki ısı, türbin-jeneratörü sistemine aktarılarak döndürme için gerekli olan buharın üretilmesi sağlanır (ikincil sistem)

TEHLİKELİ OLAN...

- **RADYOAKTİVİTE:** Çekirdek bölünmesi sırasında açığa çıkan radyoaktif parçacıklar bozunma (parçalanma) ve ışınım (radyasyon) yoluyla kanser, ölüm ve genetik bozukluklara neden olur. Radyoaktif maddeler son derece yavaş bozunduğundan etkileri binlerce yıl boyunca sürer.
- **NÜKLEER YAKITLAR:** Reaktörde kullanılan yakıt (zenginleştirilmiş uranyum çubukları) yenisiyle değiştirilir; kullanılmış yakıt çubukları %97 yanmamış uranyum, %2 atık ürünler ve %1 plütonyum içerir.
- **NÜKLEER ATIKLAR:** Uranyum ve plütonyum geri dönüşüm ile yeniden kazanılır ama atık kısmı ayrılarak depolanır.
- **BERTARAF:** Nükleer enerjinin en önemli dezavantajı radyoaktif atıkların bertaraf edilememesi (gömülerek depolanmak durumunda olması-uzun vadede sızıntı problemleri-Çin/Japonya'daki Arsenik kirliliği örneği)
- **DEPOLAMA:** Radyoaktif atıklar duvarları çok katlı tanklarda depolanır; camsı materyaller içinde yeraltına gömülebilir.

Ya nükleer kazalar??

- **1950- İngiltere Sellafield santrali sızıntıları (İrlanda Denizi'nde radyoaktif kirlenme)**
- **1979, ABD Pennsylvania “Three Mile Island” reaktörü (aşırı ısınmadan kaynaklanan erime ve radyoaktif gaz sızıntısı)**
- **1986, Ukrayna (eski SSCB) Kiev Çernobil reaktörü; patlama sonucu radyoaktif parçacıkların oluşturduğu dev bir bulut Avrupa kıtasında 2.000 kilometrelik bir uzaklığa yayıldı; atmosferden yeryüzüne inen radyoaktif parçacıklar SSCB ve çevre ülkelerde toprak ve su kirliliğine neden oldu.**
- **2011, Japonya, Fukushima, Daichi Nükleer Santrali (Deprem ve tsunami sonrası nükleer reaktörde patlama ve büyük ölçekli radyoaktif madde saçılması; deniz, tarım alanları, ormanlar, hayvanlar, yüzey su kaynaklarında bulaşma)**

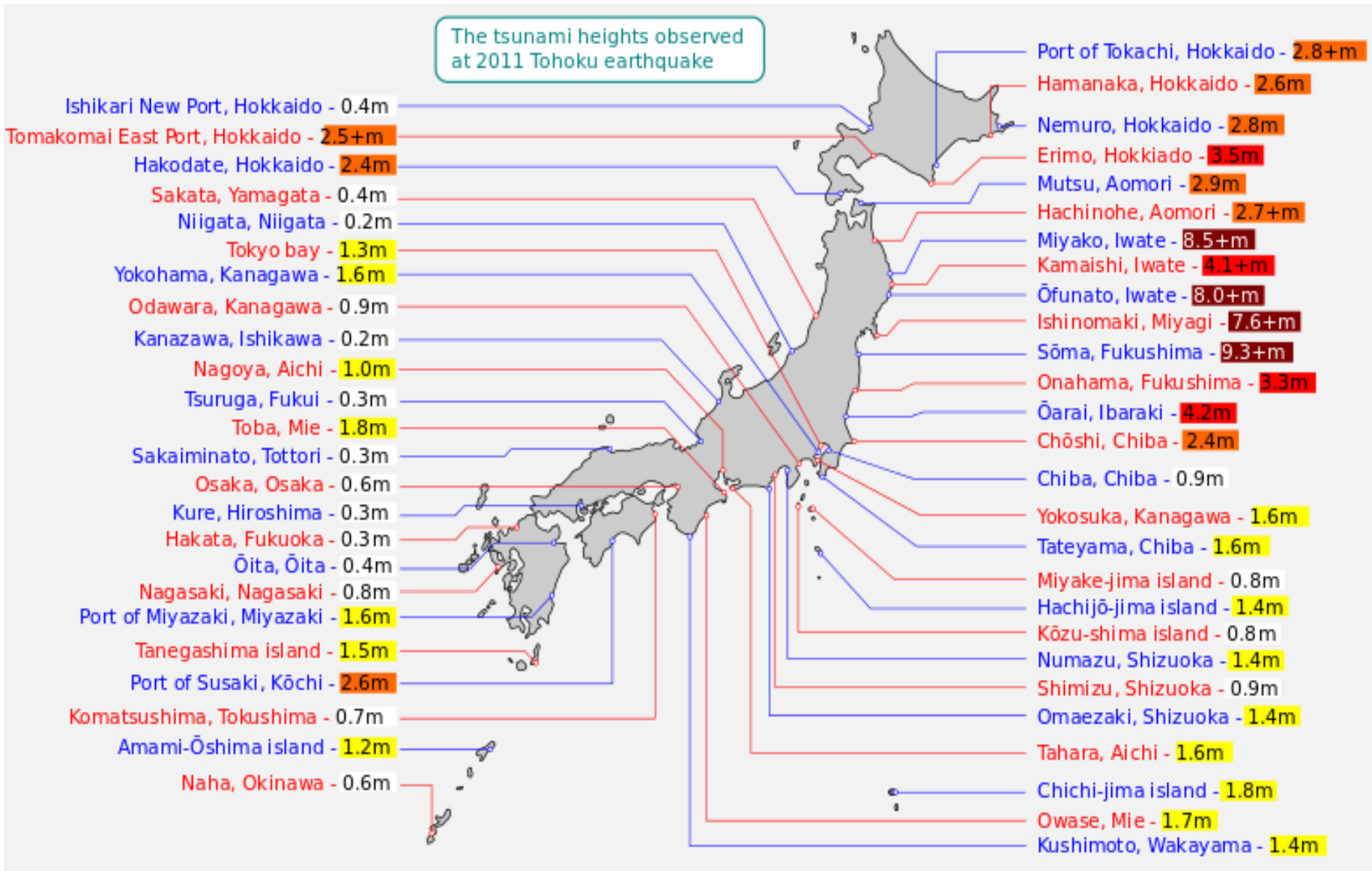
(Fukushima Daichi Örneği)



Officials checked for signs of radiation on children from the evacuation area near the Fukushima Daiichi nuclear plant in Koriyama. | Kim Kyung-Hoon/Reuters



11 Mart 2011 Depremi..Tsunami Dalga Yüksekliği



1900 yılından beri dñnyanın grdg en güçlü deprem (9.0)



Kaza bilgileri

- 1900 yılından beri dünyanın gördüğü en güçlü deprem (9.0)
- Şehir-tarım-orman-dağlık alanlar ve denizde radyoaktif-nüklit* saçılması (özellikle orman-çayır alanlarında ciddi düzeyde serpinti)
- Reaktördeki patlamadan saçılan sonra saçılan nüklitler; ^{131}I , (y.ö. 8 gün), ^{134}Cs (2 yıl) ve ^{137}Cs (30 yıl)
- Sorun: geçen 2 yılın ardından ^{131}I ve ^{134}Cs kayboldu ancak ^{137}Cs büyük oranda doğada tutuluyor.

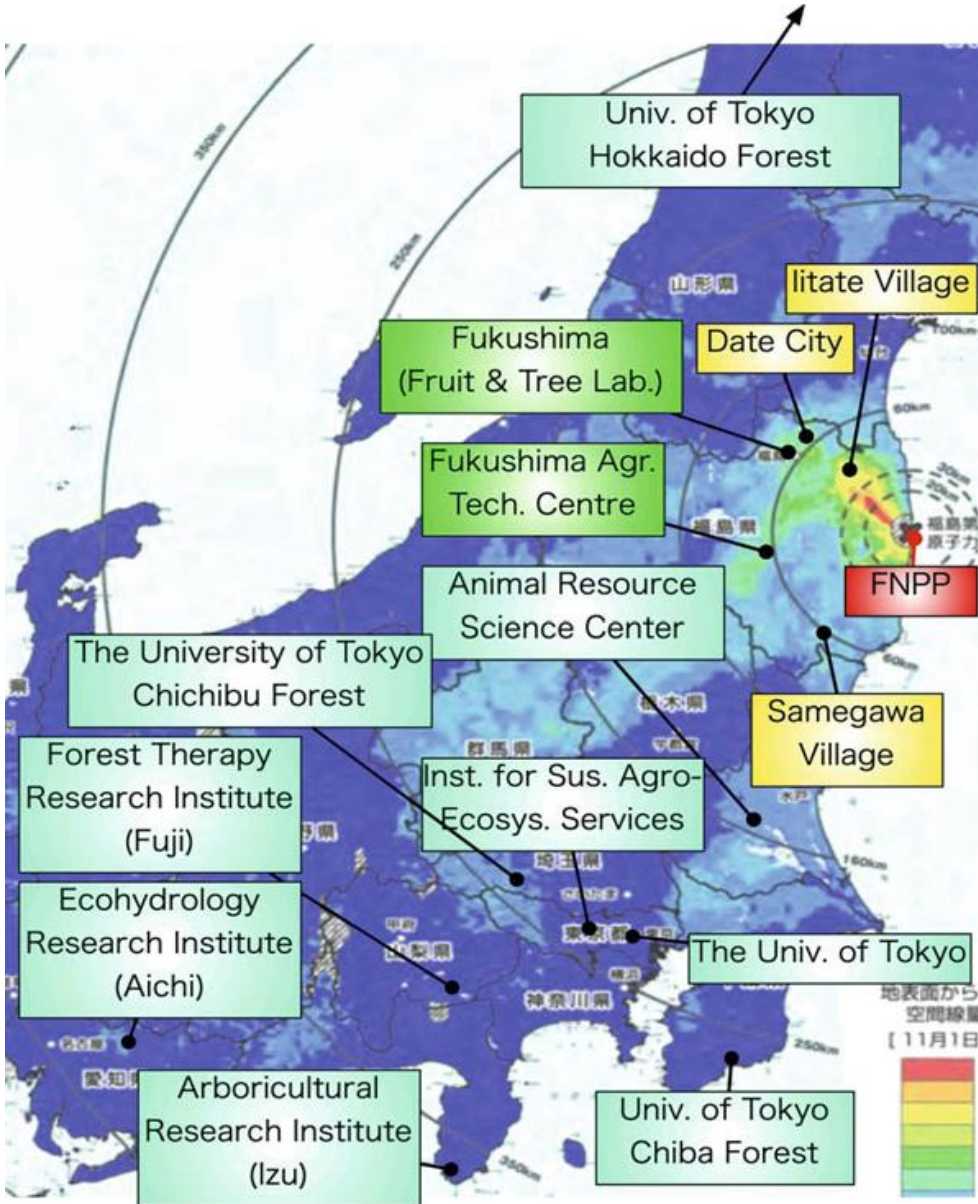
NÜKLİT: İzotop olarak adlandırılan tek bir kimyasal elementin iki veya daha çok nükleer türlerinden ayrı olarak, hem dengeli (yaklaşık 270) hem de dengesiz (yaklaşık 500) kimyasal elementler olan bütün nükleer türler (kaynak: seslisozluk.net)

Şimdi ne oluyor? Sonra ne olacak?



Doğayı izlemek (^{137}Cs 'un geniş bir ölçekte sürekli izlenmesi; doğadan arındırılma yöntemlerinin geliştirilmesi)

Çalışan kurumlar



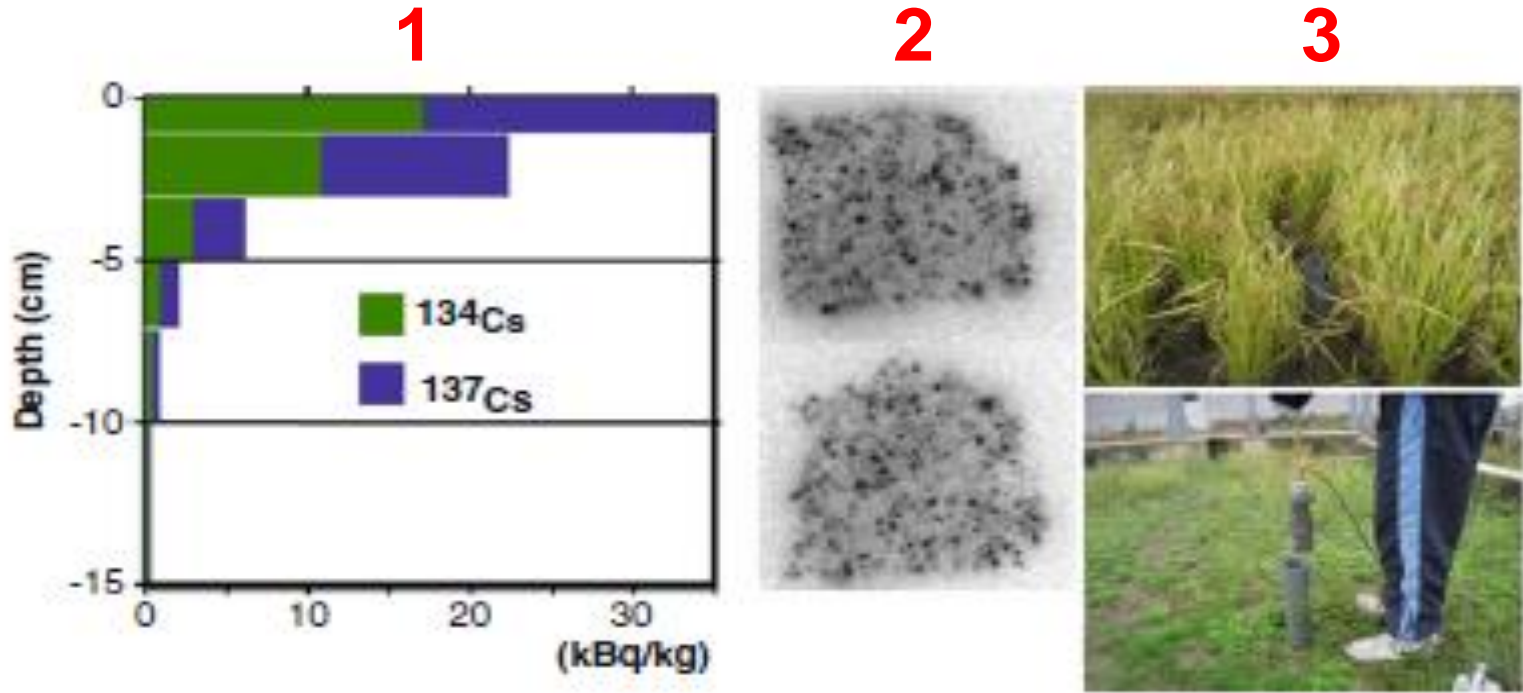
• Serpentinin etkisi

- Tarım bitkileri-toprak
- Hayvansal ürünler
- Balıkçılık
- Çevre-doğal yaşam
- Radyasyon ölçümleri
- Bilimsel iletişim

• Zarar gören alanların iyileştirilmesi (tsunami etkisi)

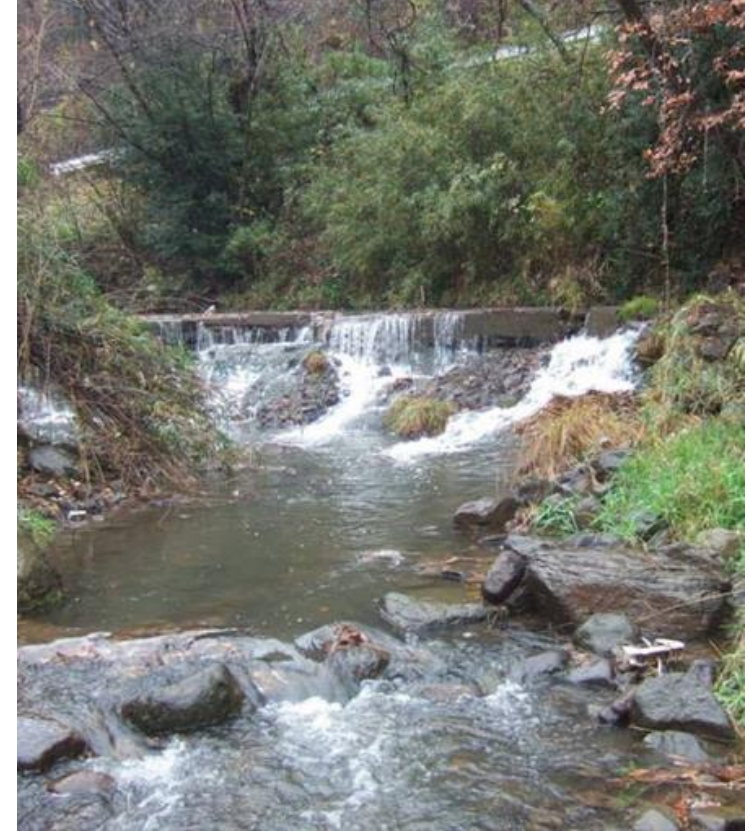
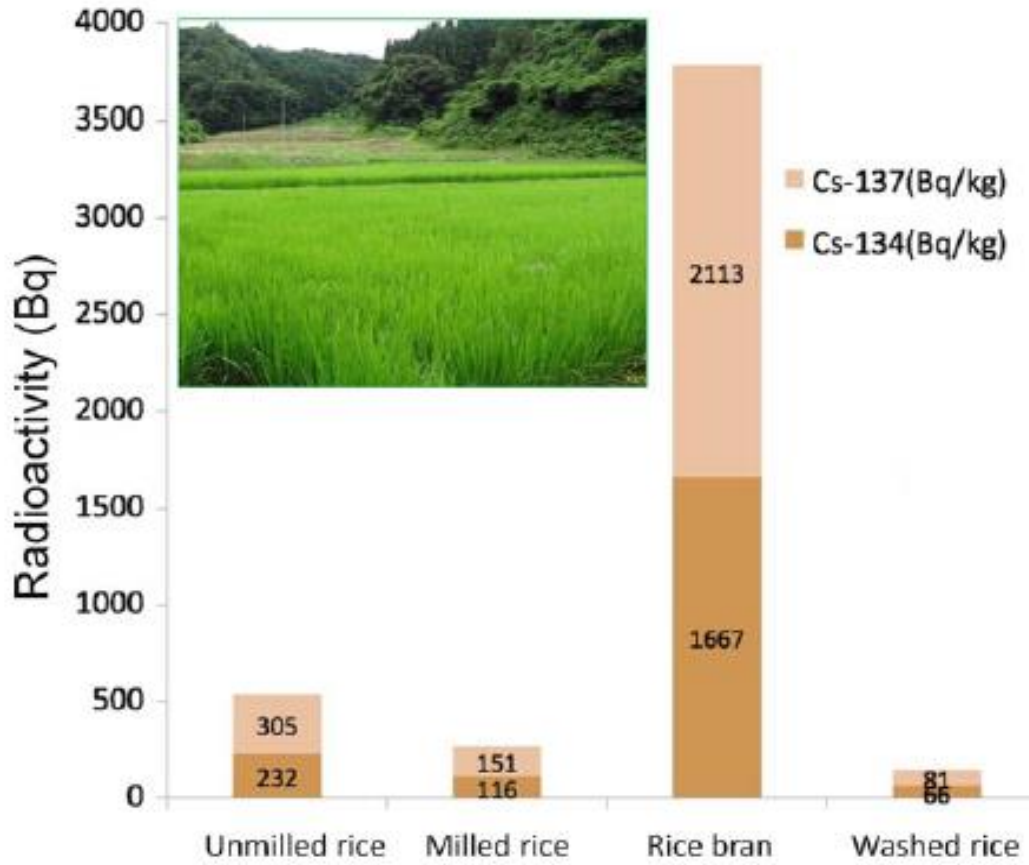
- Bitkisel üretim ve toprak (tuzdan zarar gören alanlar)
- Biyokütle üretimi

Toprakta radyasyon



- 1) Serpentinin büyük bir kısmı yüzeyde (0-5cm)
- 2) Bulaşma tekdüze değil (heterojen ve noktasal) toprağın belirli bileşenleri nükleitleri tutuyor
- 3) Yeraltı katmanlarını ve suyunu gözlemek üzere çok sayıda kontrol kuyusu açıldı

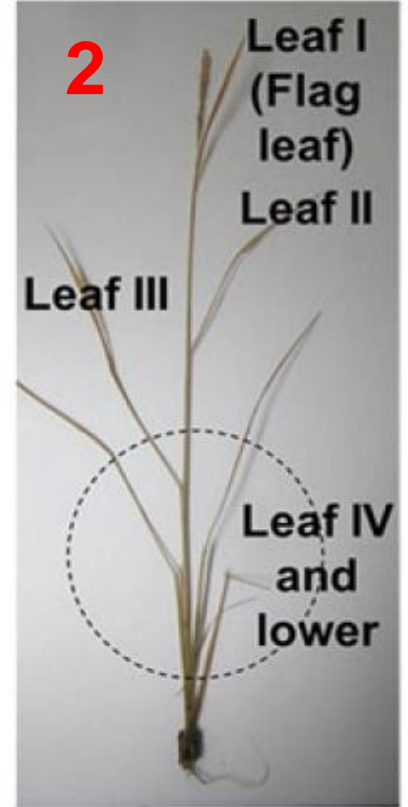
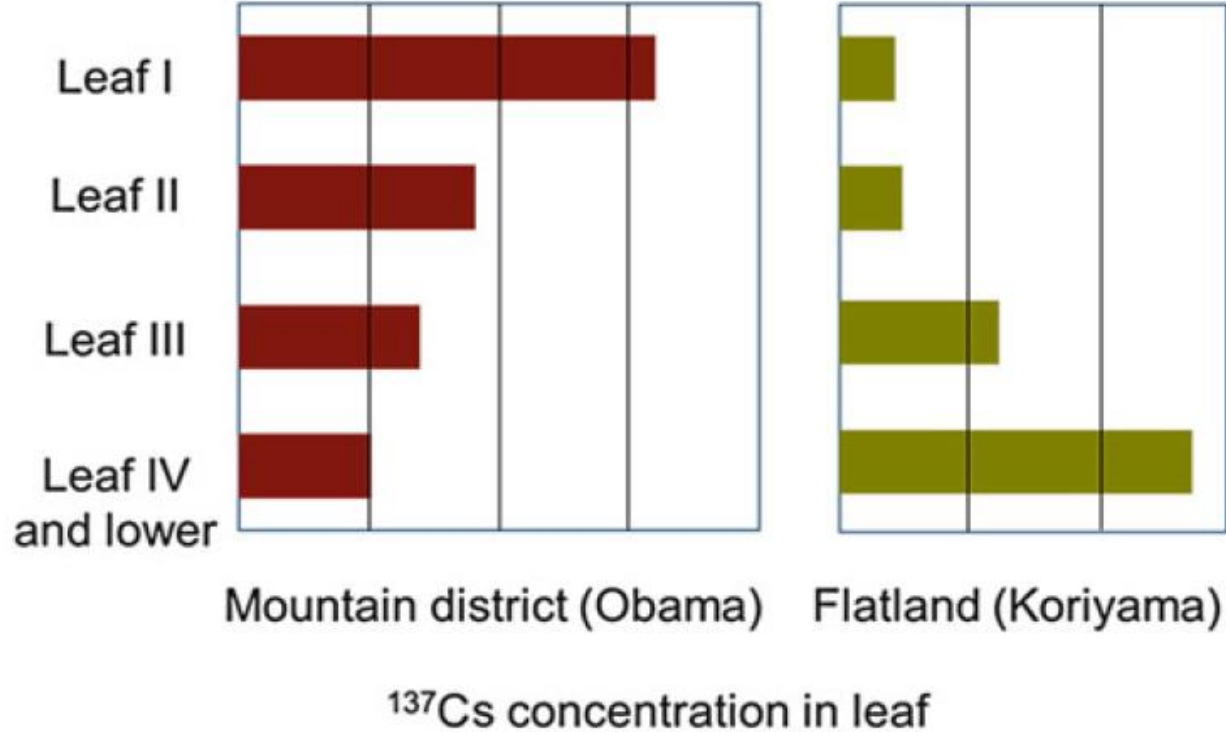
Çeltik alanlarında serpilme



- En fazla birikme pirinç tanesinin dış yüzeyinde (bran)
- ^{137}Cs değeri yüksek
- Yıkama radyonüklitleri uzaklaştırıyor.

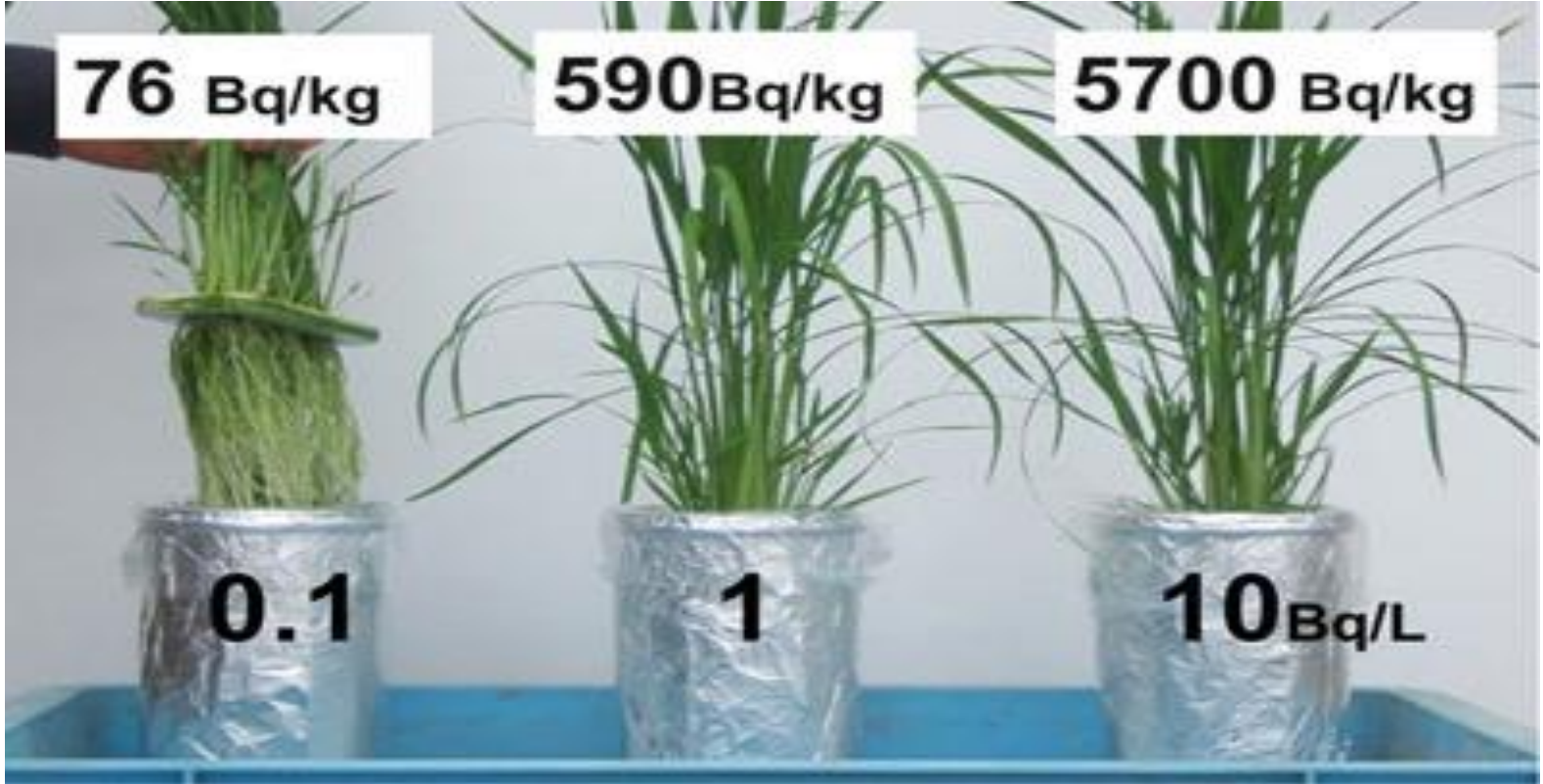
Çeltikte radyosezyum...

1



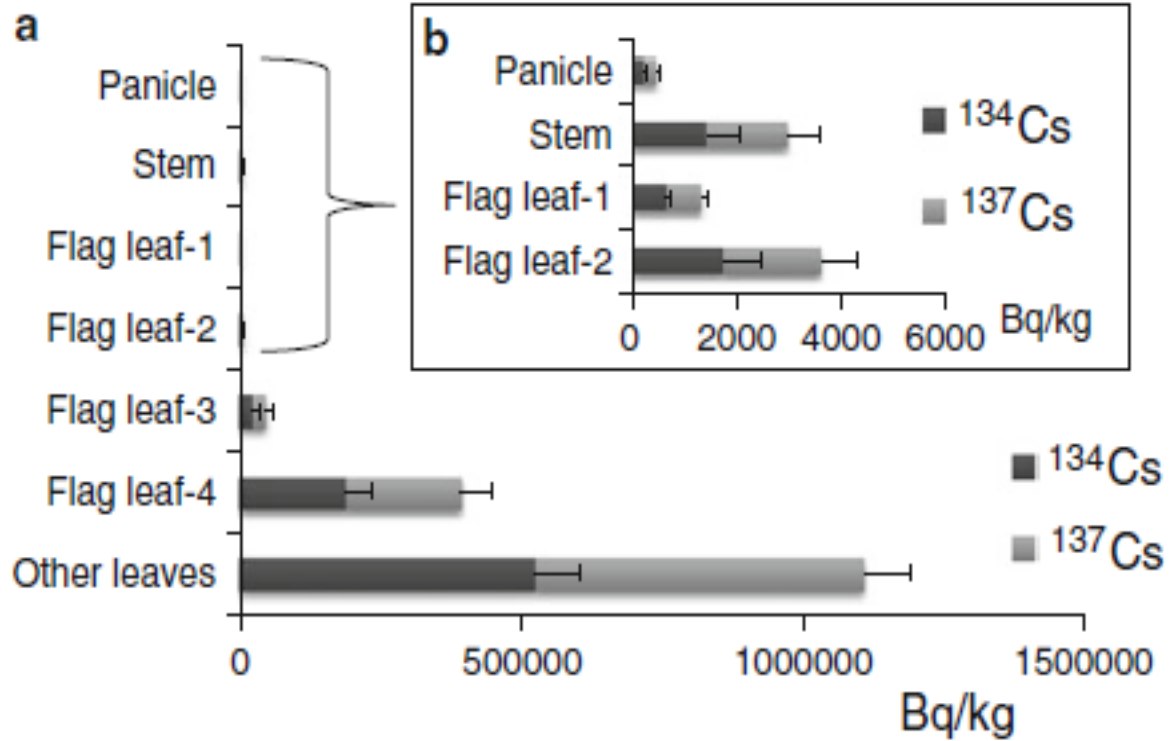
- 1) Dağlık alanlarda yetişen çeltikte daha fazla birikim
- 2) Kaza anında mevcut yapraklara bulaşma

Suyun taşıyıcı gücü



- Bu deneyde değişik düzeylerde radyosezyum içeren su kültürlerinde yetiştirilen pirinç bitkisinde biriken sezyum ddeğerleri görülüyor

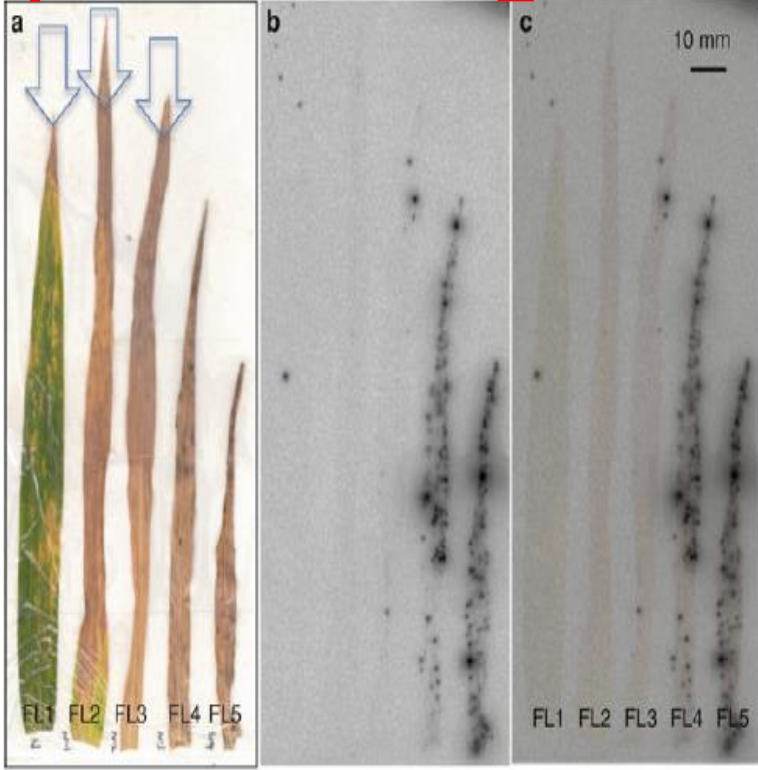
Buğdayda durum...



- Bitki gövdesinin eski yapraklarında (flag leaf) yüksek birikim
- Genç yapraklarda düşük veya sıfır birikim

Buğdayda durum...

1

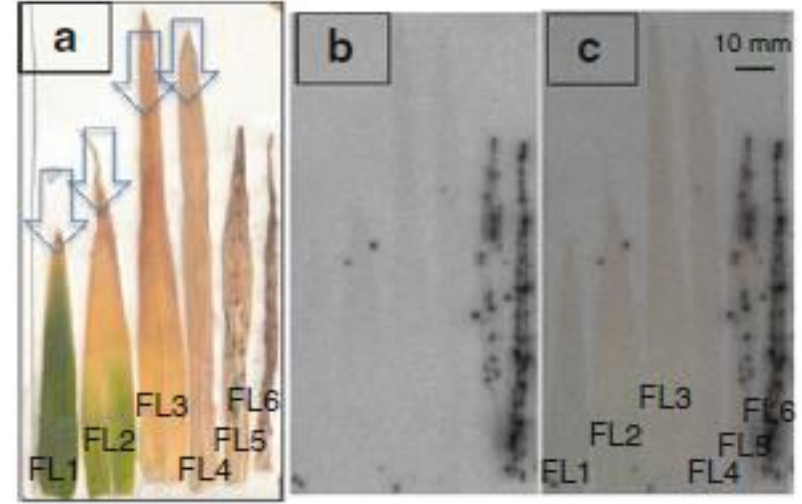


Picture of the wheat leaves

The autoradiographic image obtained by IP

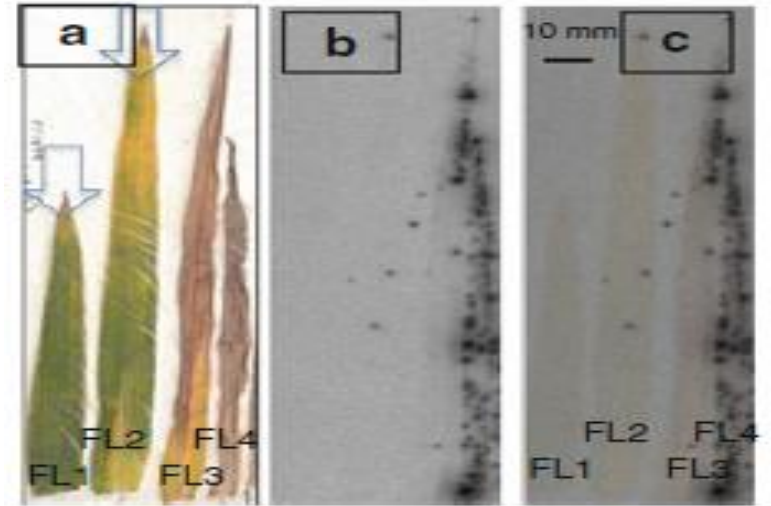
The superposition of the images of (a) and (b)

2



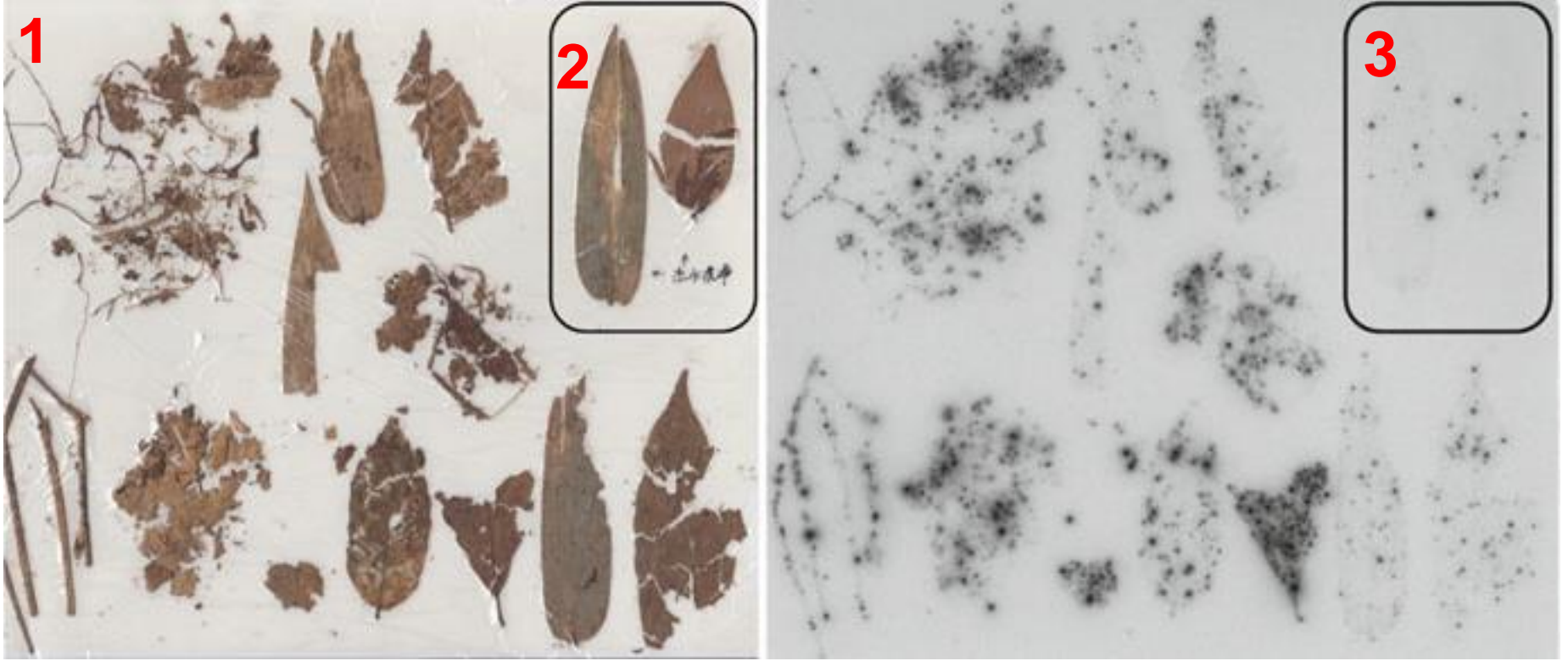
"Yukichikara"

- 1) Bitki gövdesinin eski yapraklarında (flag leaf) yüksek birikim (mavi oklu gösterilen yapraklar kaza anında henüz gelişmemiştir)
- 2) Genç yapraklarda düşük veya sıfır birikim



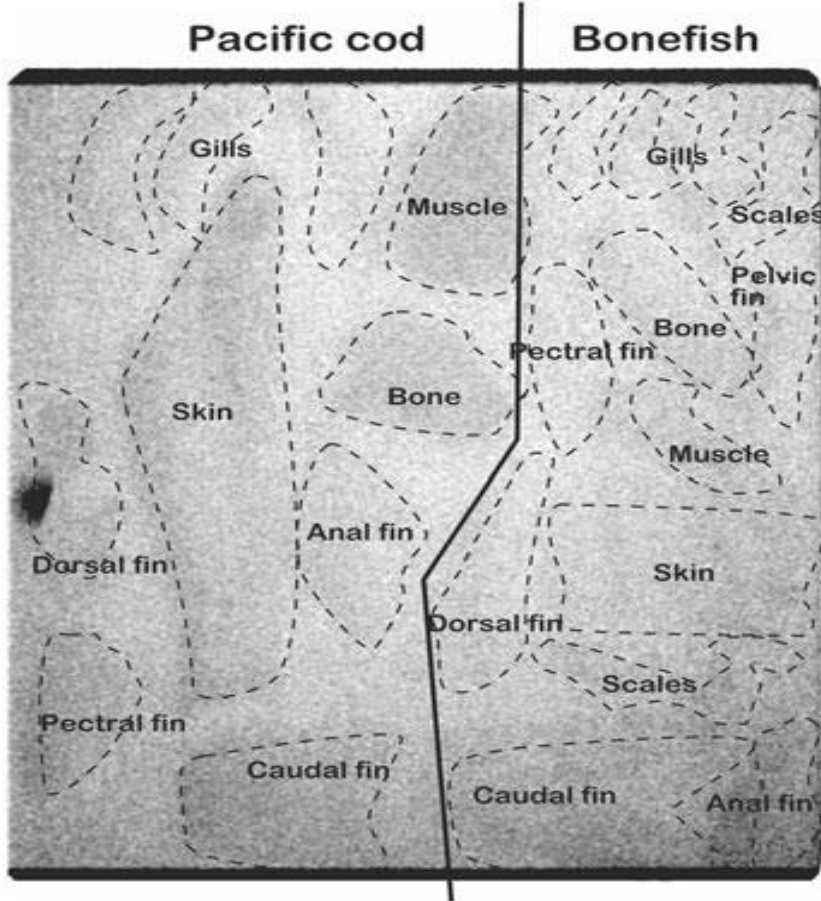
"Abukumawase"

Orman açısından durum...



- 1) Bitki döküntülerinde cins ve yaprak yaşına bağlı olarak değişen düzeylerde radyosezyum birikmesi
- 2 ve 3) Kare içindeki yapraklar ölçüm öncesi yıkandı. Yıkanma sonrasında yaprak dokusuna nüfuz etmiş serpinti

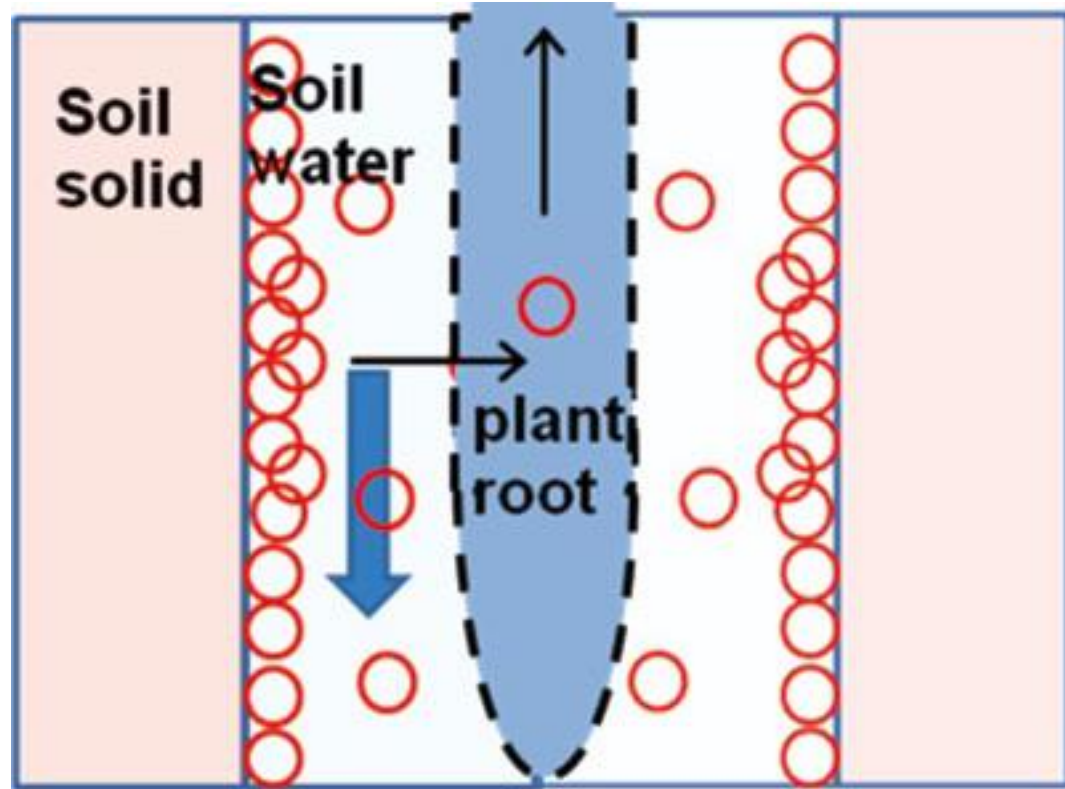
Denizde durum...



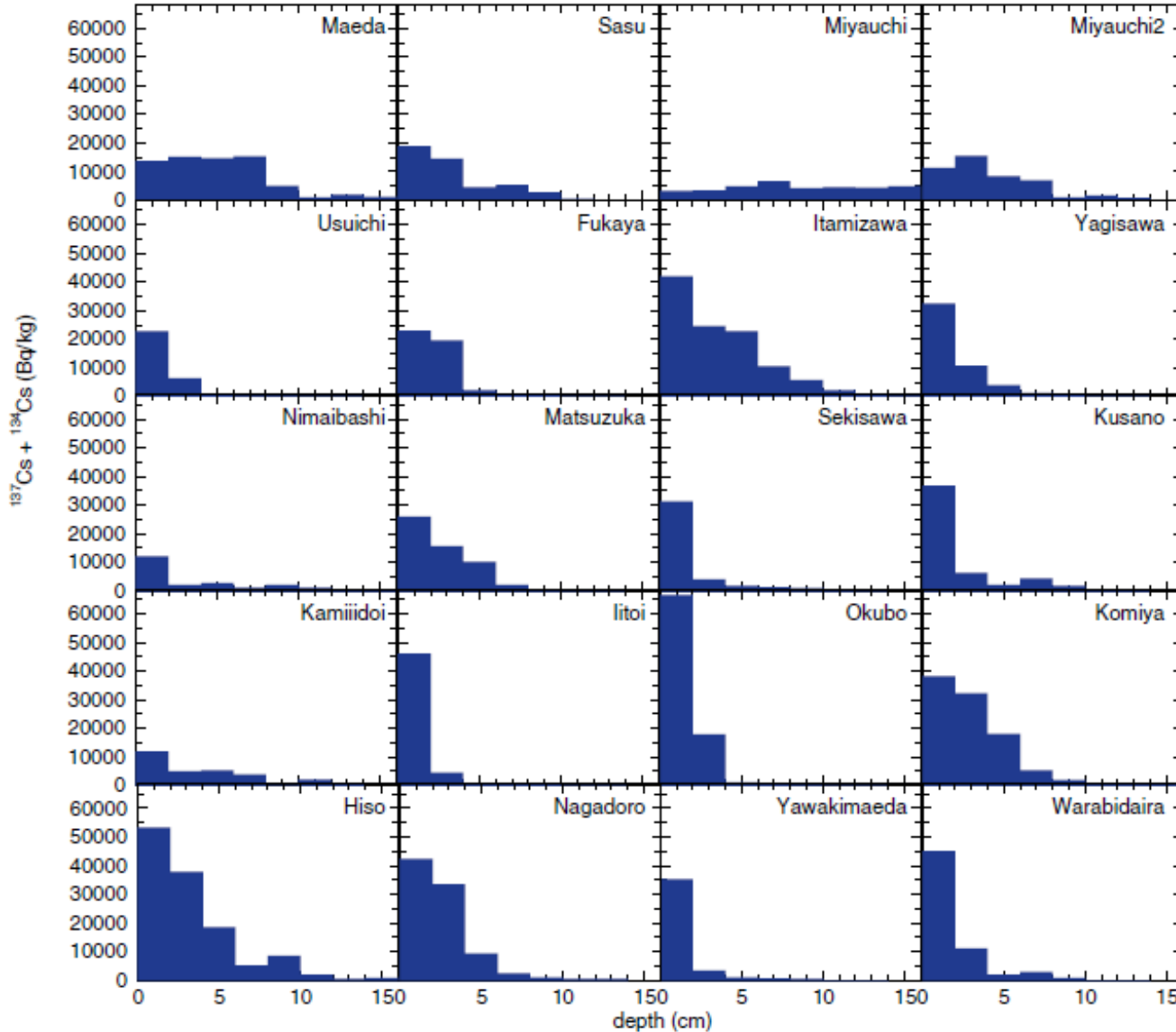
- Morina ve olta balıklarının çeşitli doku ve organlarında birikme

Radyosezyum ve toprak-bitki-su ilişkileri

- Cs molekülleri suda çözünür ve bitkiler tarafından absorbe edilir.
- Cs bir alkali metaldir ve topraktaki potasyum varlığından etkilenir.
- Bitkiler tarafından Cs^+ olarak alınır. K^+ da bitki gelişimi için gereklidir. Her iki elementin bitkiye alım mekanizması birbirine çok benzerdir.
- Su kültüründe yapılan çalışmalar ortamdaki K^+ artışının Cs^+ alımını engellediğini göstermiştir (Smolders and Tsukada, 2011)
- Bitkinin K alım mekanizmasının anlaşılması Cs'un bitkiye nasıl alındığının anlaşılmasına yardımcı olabilir.



Radyosezyumun topraktaki davranışları...



- Kazaya yakın 19 farklı bölgede toprakta radyosezyum dağılımı; Yüzeyde aşırı birikme
- Soru; NEDEN YÜZEYDE BİRİKME?

derinlik

Saçılma boyunca

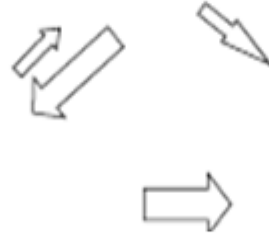
Çözünebilir Cs⁺

Yüksek mobilite (hareketlilik)
Kolayca bitkiye alınma

İlk anda gerçekleşen

Zayıf tutulma

Kil partikülleri
Organik madde
Değişebilirlik
Mobilite
Bitkice alınabilirlik



İlk 2-3 ay hızlı;
sonralarında
daha yavaş gelişen süreçler

Kuvvetli tutulma

spesifik kil-Cs ilişkisi (kil tipi)
Düşük mobilite
Düşük bitki alımı

- Zamana bağlı olarak kil ve organik madde partikülleri üzerinde güçlü Cs fiksasyonu (tutulması)
- Bu kuvvetli bağlar nadiren başka iyonlarca kırılabilir bu nedenle Cs serbest hale geçip bitki alınımına geçemez
- Bu durum radyosezyumun yüzeyde güçlü tutulmasını açıklar

Japonya nasıl kurtulur?...



Üst toprağın kazınması





Ajitasyon (ot yolma makinası)

