

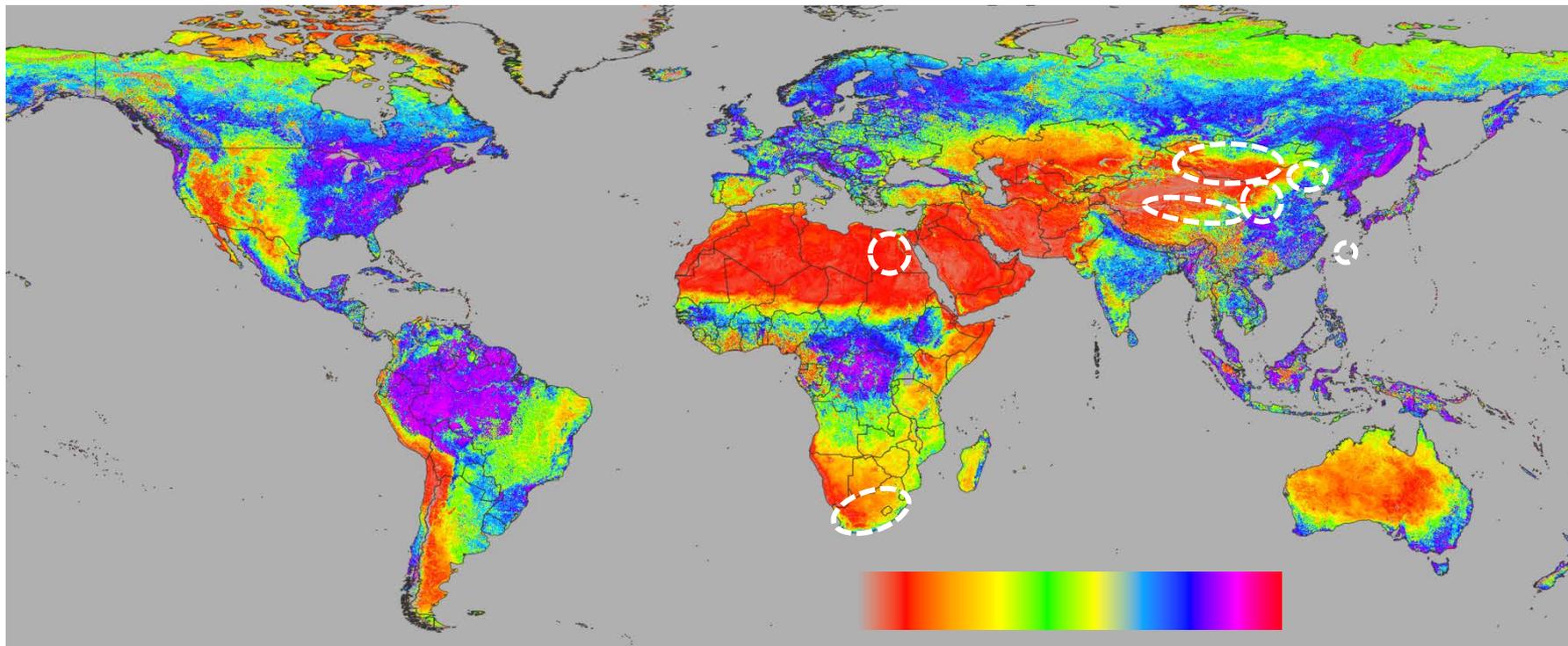
研究紹介：小スケールから地球規模まで

生物は大気から影響を受けていると同時に、大気側にも影響を及ぼしています(大気陸面相互作用)。乾燥地における干ばつや人為的な砂漠化は、乾燥地における生物の生存基盤に関わる重要な問題です。

私は、「生物と気象」をキーワードに、大気陸面相互作用や大気境界層における気象現象の観測と物理的な解明を目標に研究を行い、乾燥地の持続性に貢献することを目標にしています。

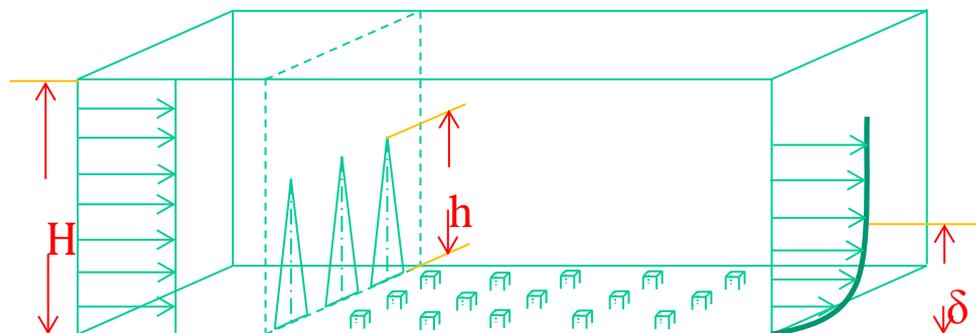
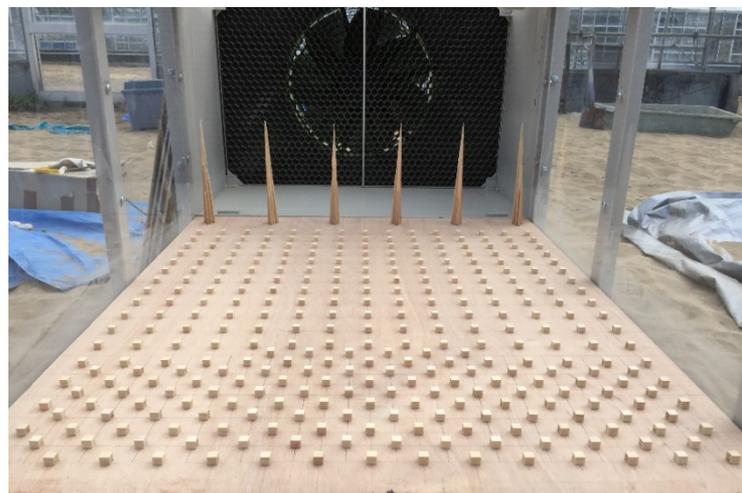
主な研究サイト

全球NDVI分布(2015年8月)



1. モンゴル・ステップ草原 (0.1°C 163 mm)
2. モンゴル・ゴビ砂漠 (3.8°C 99 mm)
3. 中国・黄土高原 (8.4°C 437 mm)
4. 中国・河西回廊 (7°C 129 mm)
5. エジプト・ダハラオアシス (24.5°C 0 mm)
6. 中国・ホルチン砂地
7. 南アフリカ・半乾燥地農地
8. 全球

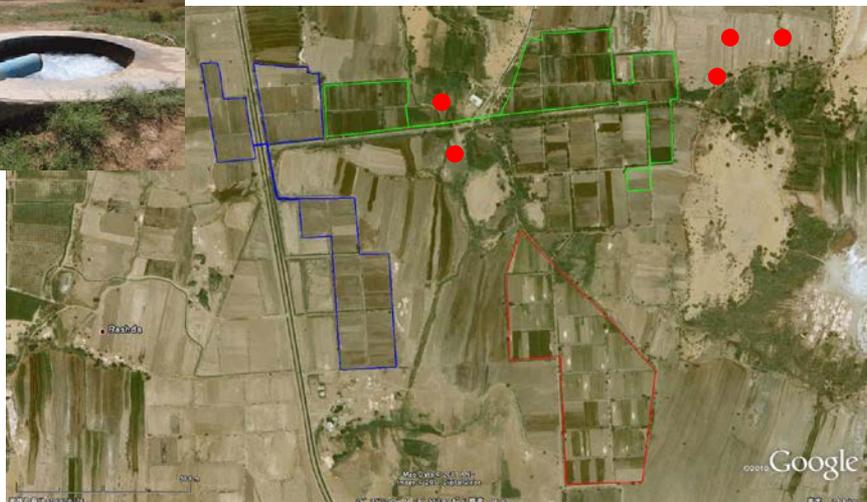
小スケールの研究：風洞そのものの開発、 風洞を使った飛砂・黄砂の発生メカニズム、植生やレキの飛砂・黄砂抑制効果



短い整流距離で、風速の対数分布が生成可能



畑スケールの研究1:オアシスの耕作地における水収支を現場観測で実証します。



Green: N area Red: S area Blue: W area



— 実地観測 —

井戸からの取水量

用水路からの取水量

耕地末端からの排出量

バイオマス量

耕地からの蒸発散量
(微気象、土壤水分)



水利用効率の検証



計画的、効率的な地下水の利用に関する提言





ダハラオアシス・エジプト (年降水量ほぼ0 mm): 極乾燥地域

ダハラオアシスでは、井戸による化石地下水が灌漑に使用されている。

被圧地下水資源(ヌビア帯水層)は膨大であるが、降水量はほぼゼロであるため、**地下水涵養は望めない。**

水の持続的利用を長続きさせるためにも、**水収支または水利用効率という観点から最適な水利用を決定すべく**研究を行っている。

エジプト西部砂漠の**ニュー・バレー開拓計画**は1960年代に始まったもので、ヌビア帯水層の化石地下水をくみあげて農地を拓き**人口の過剰問題を解決しようとしたもの。**

現在では、この計画の存在自体忘れられているが、今でも豊かな灌漑農業が営まれている。

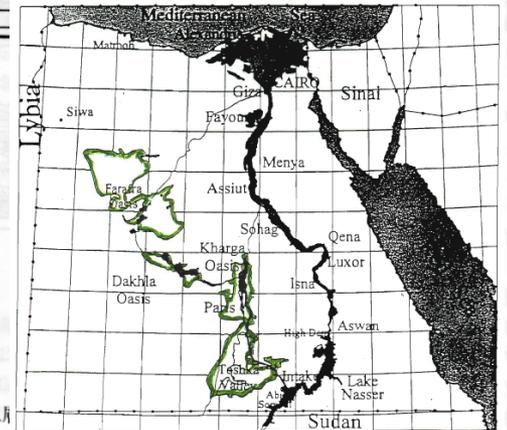
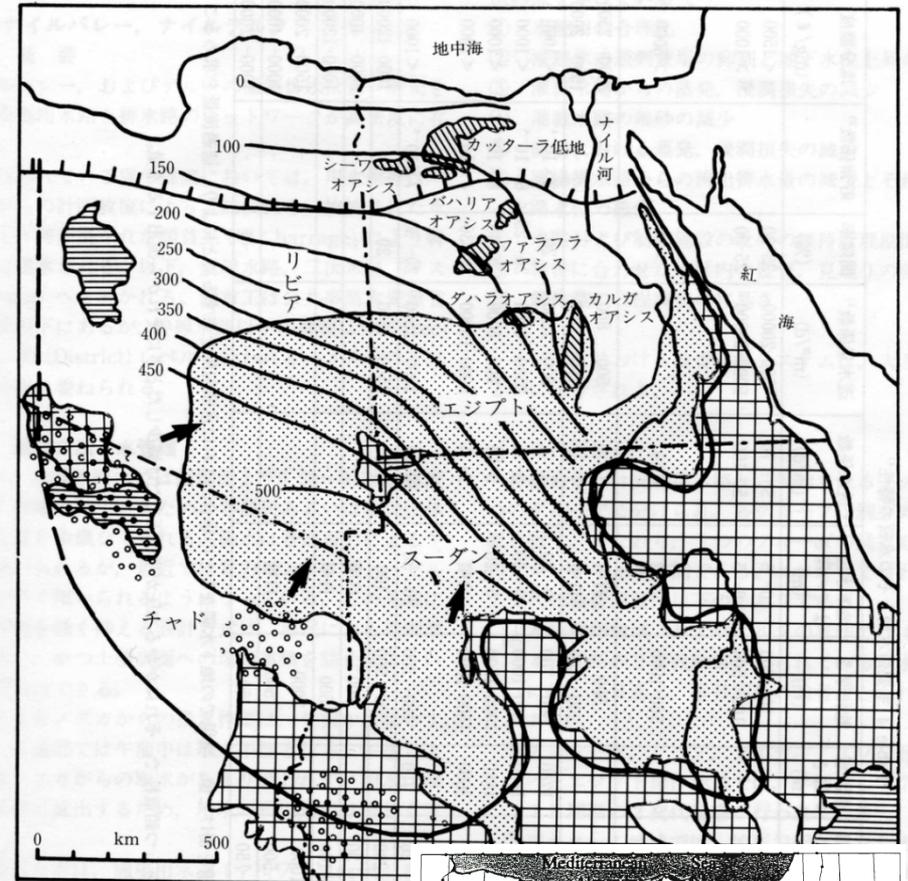
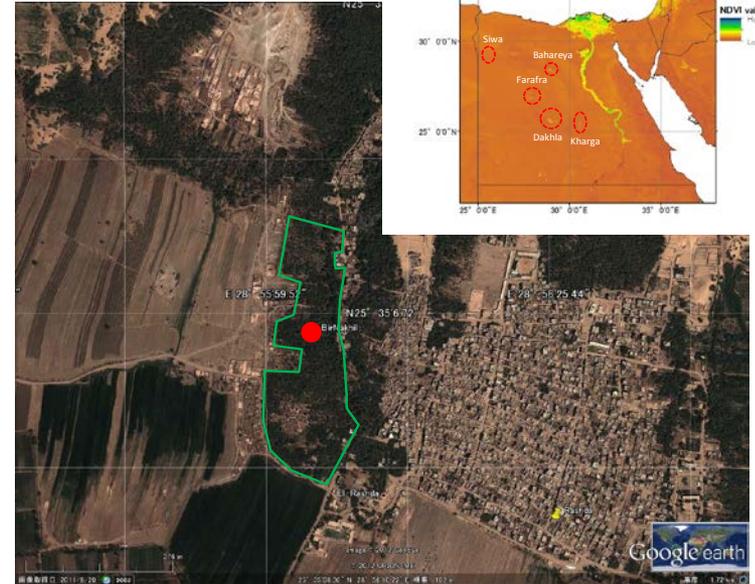
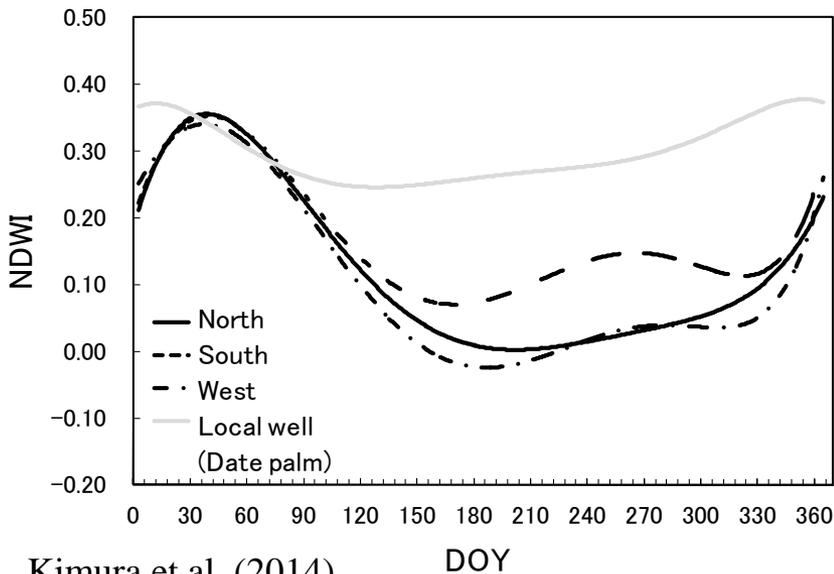


Fig. 3 ヌビア帯水層

畑スケールの研究2: オアシス耕作地における作物の要水量を衛星で推定します。



Green: N area Red: S area Blue: W area



Kimura et al. (2014)

DOY

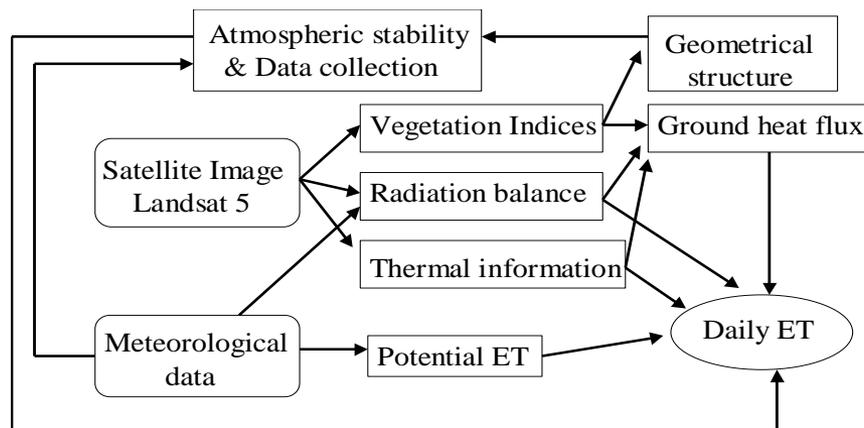
ナツメヤシは冬コムギの2.6倍の水を要する



限られた地下水の効率的利用を探る

衛星は広域的にモニタリング出来るので、この方法が確立されるとどのような場所にも適用することが出来ます。

流域スケールの研究1: 衛星で中国黄土高原の荒廃した流域の水収支をモニタリングする方法を開発しました。



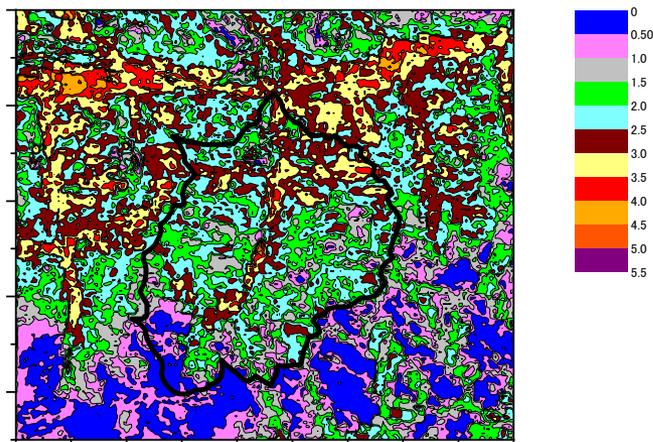
衛星データを利用した蒸発散量推定モデルの開発

結果、土地利用を考慮した流域の水収支は...



植生期間の水収支

- ・降水量: 338 mm
- ・流出量: 88 mm (降水の26%)
- ・浸透量: 118 mm (" 35%)
- ・蒸発散量: 132 mm (" 39%)



中国黄土高原六道溝流域の蒸発散量空間分布の例(2004年7月2日)

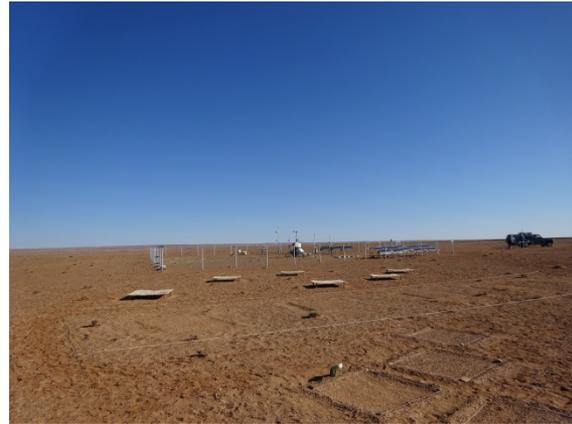
Kimura et al. (2007)

土壌侵食を防ぎ、持続的に土地資源を利用するためには、物質循環を保証するような土地利用システムを提言しなければならない。このモデルは最適な土地利用を水収支という観点から探ることができるという点で評価された。

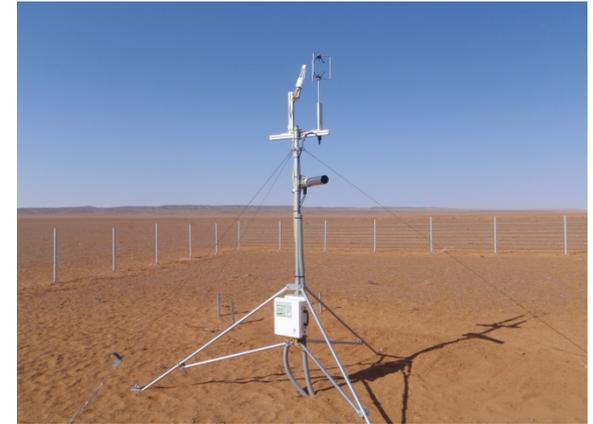
流域スケールの研究2: モンゴル・ゴビ砂漠での熱収支観測



植生ほとんどなし



気象・黄砂観測ステーション



超音波風速計と水蒸気・CO₂ 変動計による顕熱と潜熱の観測

観測をする目的:

- 乾燥地、または砂漠の蒸発量はわずかで、それが日々の大気に及ぼす影響は小さいかもしれませんが、年間で考えると100mm前後は蒸発していることになり、乾燥地の存在が地球レベルでの気候を今後どのように左右していくかを考えるうえでとても重要です。
- 実は、乾燥地の熱収支、特にこのような砂漠の熱収支はあまりよく分かっていません。過酷な環境に機器が追いついていなかったのです。**最新の機器で明らかにする**のが目的です。

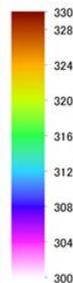
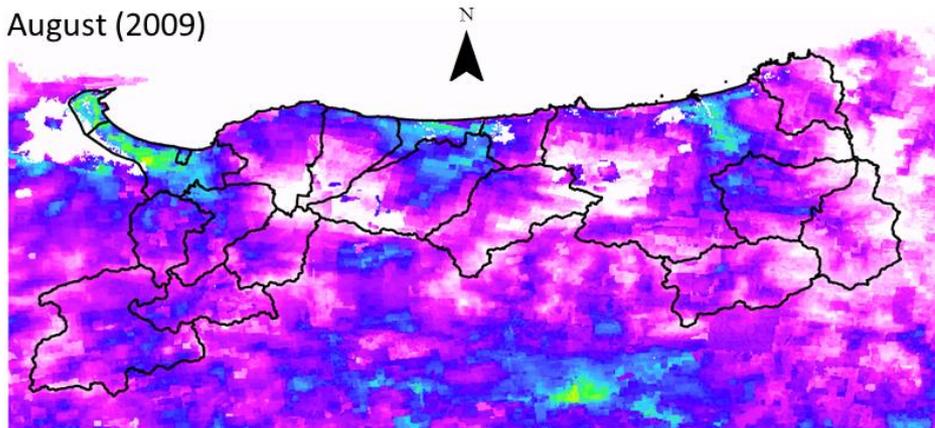
ゴビ砂漠における熱収支観測で分かったこと

1. 地表面が実際に受け取ったエネルギー（正味放射量）の約70%が顕熱伝達量、10%のみが潜熱伝達量（蒸発量）に配分されていた。
2. 観測期間中（5月～10月）の総降水量は68mmであり、観測による蒸発量は68mmと一致した。すなわち、降った雨はすべて蒸発したことになる。
3. 観測期間中の土壌水分の減少量は70mmであり、観測による蒸発量とほぼ一致した。その減少量のほとんどが地表面から深さ15cmまでのものであり、かなり薄い土壌層で蒸発のやりとりが行われていた。
4. 熱収支の残りの20%は、夜間にレキに凝結した水滴が蒸発したものであると推測された。機材に観測されない蒸発量がレキ砂漠の大気に還元されている可能性が示唆された。

※実際、中国の乾燥地ではレキマルチという農法がある。レキに夜間凝結した水滴を灌漑水として使用するというもの。

県スケールの研究：衛星による地表面温度とコメの一等米比率との関係 (被害の小さい2009年と大きい2010年の比較)

August (2009)



August (2010)

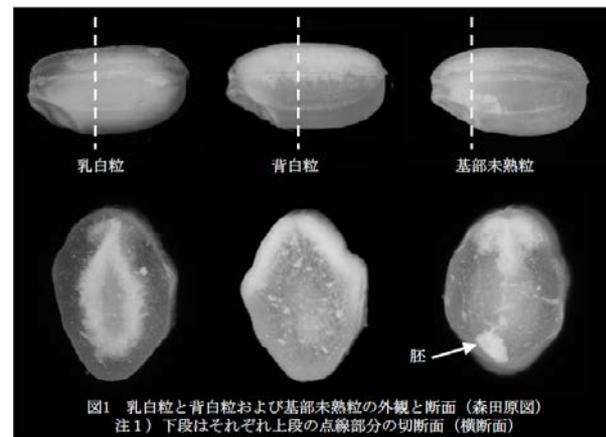
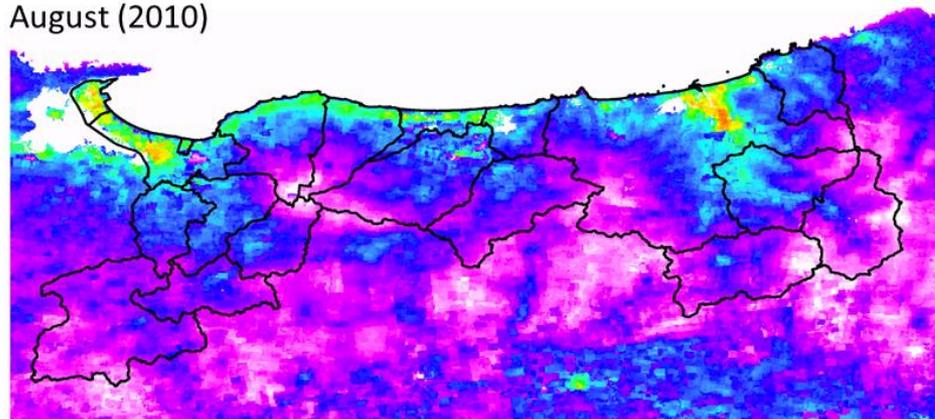
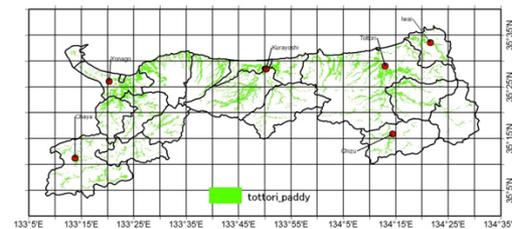


図1 乳白粒と青白粒および基部未熟粒の外観と断面 (森田原図)
注1) 下段はそれぞれ上段の点線部分の切断面 (横断面)

白未熟粒は出穂後20日間の平均気温が26°C前後を超えると増加し始める。



緑色はコメを生産しているエリア

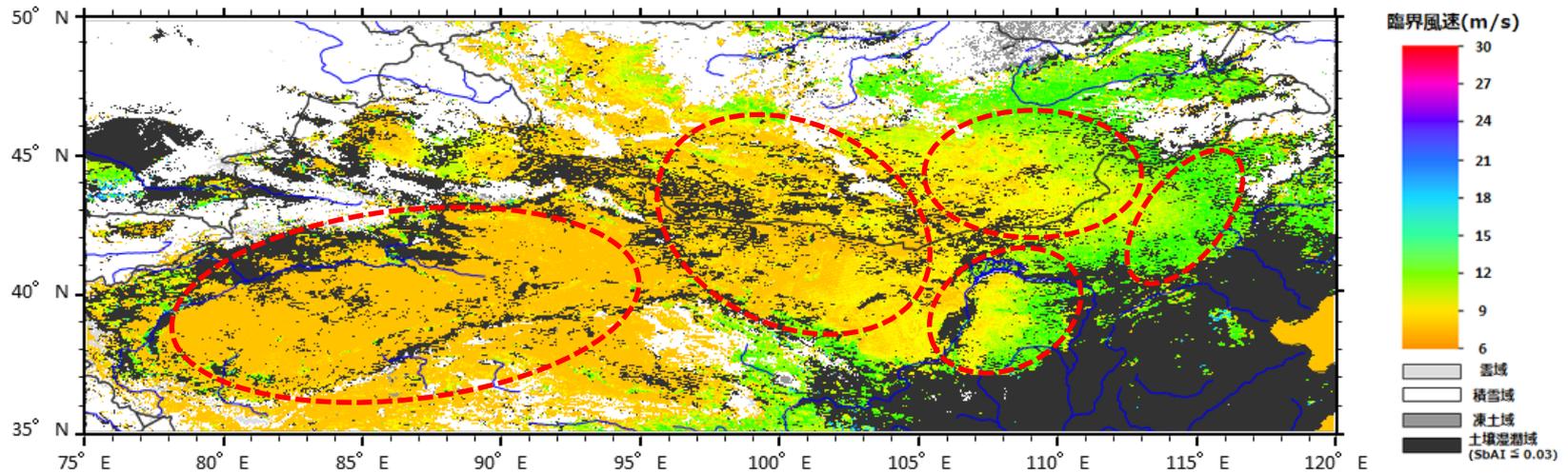
- 一等米比率が50%を切る時の地表面温度の値は307K(33.9°C)。
- 地表面温度が307K(青色)以上の地域は明らかに2010年の方が多。山間部にも迫っている。海岸部と平野部のLSTが特に高い。すなわち、品質は下がる。

大陸スケールの研究: 東アジア黄砂発生ハザードマップの開発

- 黄砂の発生源である**中国**や**モンゴル**を対象に、どの場所が発生しやすいかを**衛星で監視**しています。
- 黄砂は、**積雪**があったり、**地面が湿っていたり凍っていたり**、**植物が被覆**していたりすると発生しづらくなるので、そのような影響をすべて**衛星で分析**して、ハザードマップを**毎日作成**しています。

2015年3月の黄砂発生シーズンの例

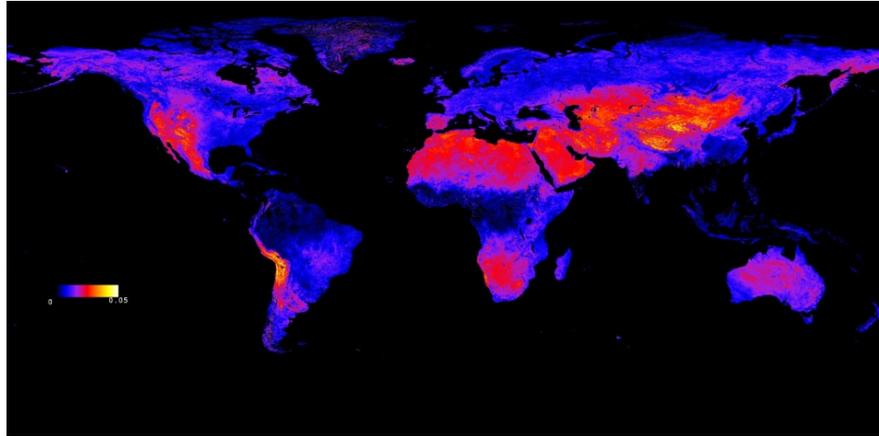
<http://www.alrc.tottori-u.ac.jp/staff103/>



- 黄砂の発生が**激しい**場所
- 黄砂の発生が**中程度**な場所
- ■ 黄砂の発生は**ほとんどなし**

★黄色や緑色の面積が増えれば、当然日本に黄砂が飛んでくる確率も高くなります

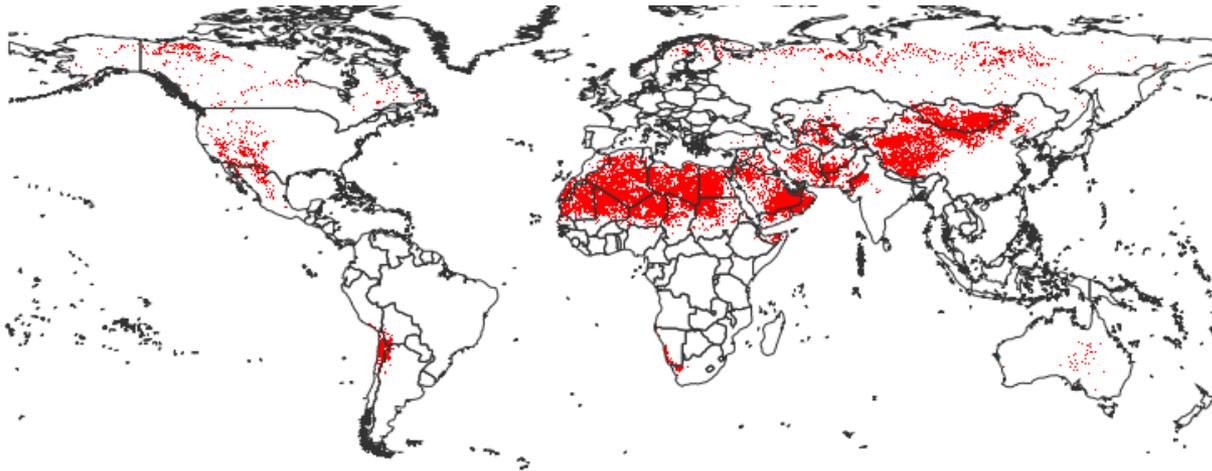
全球スケールの研究: 衛星による全球レベルでの干ばつ、乾燥地の監視



2005年6月の例

独自のプロダクトを用いて、衛星で地表面が湿っているか乾いているかを監視しています。

赤い所は乾燥、黒っぽい所は熱帯、青い所は比較的湿潤であることを示しています。



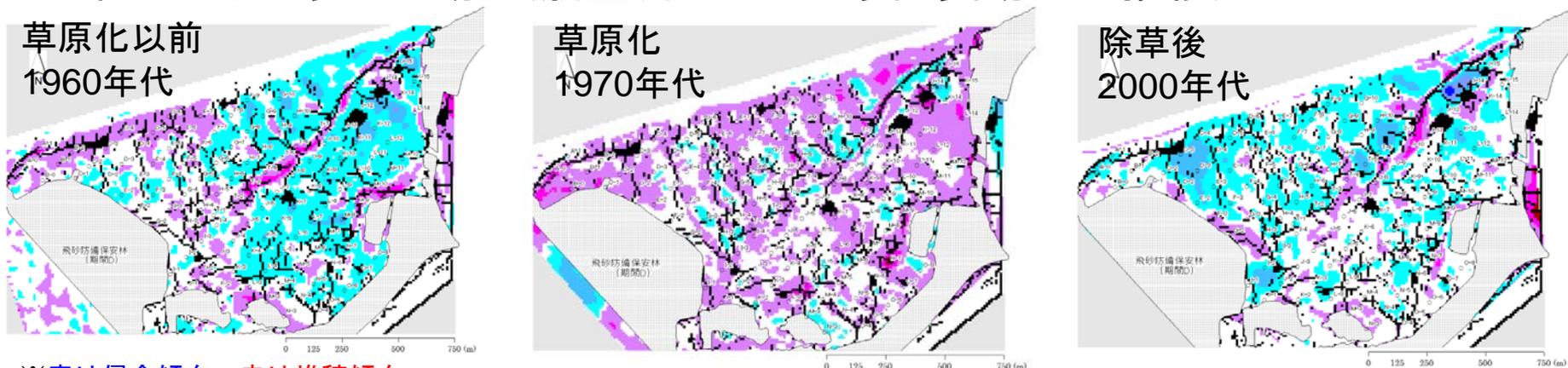
2017年4月の例 <http://www.alrc.tottori-u.ac.jp/staff103/>

全球スケールの乾燥地監視システムを開発しました。ダストが発生しやすい土地を「荒廃地」と定義することによって、乾燥地を抽出することができます(赤色の部分)。

研究の原点は鳥取砂丘です。

砂丘はどのように動いてるのか？

1960年代からの砂丘の動き(航空測量による砂面変動量の推移)



※青は侵食傾向、赤は堆積傾向

●草原化以前の1960年代は、第1、第2、第3砂丘列の砂の堆積が大きく、内陸側に弱い侵食域があります。

●草原化の激しかった1970年代は砂丘全体で弱い堆積が主体となっていました。

●2000年代に入ると、砂丘の動きは1960年代に戻りつつあります。しかし、海側の侵食傾向が見られます。海からの砂の供給が減っている可能性？

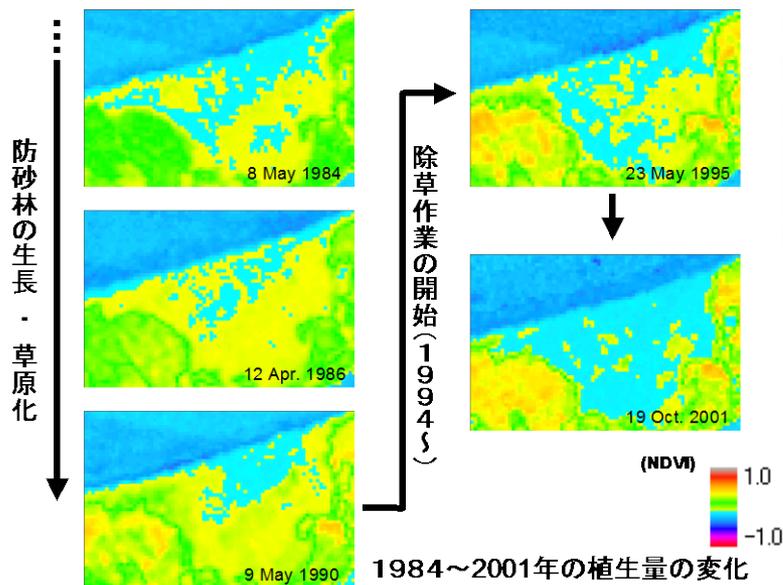
衛星を使って植生の量、繁茂度も監視しています。



1991年(平成3年)



2015年9月



1991年(平成3年)の鳥取砂丘



ボランティア除草の様子

無人航空機 (Unmanned aerial vehicle: UAV) も使っています



- 一過性の台風や低気圧が砂丘の地形変化に与える影響
- 砂丘内の3か所で測定している風向風速と地形変化との関係 (地形と風向風速との関係)
- 将来的な砂丘の地形変動予想
- 植生の量、繁茂度、種類のモニタリング