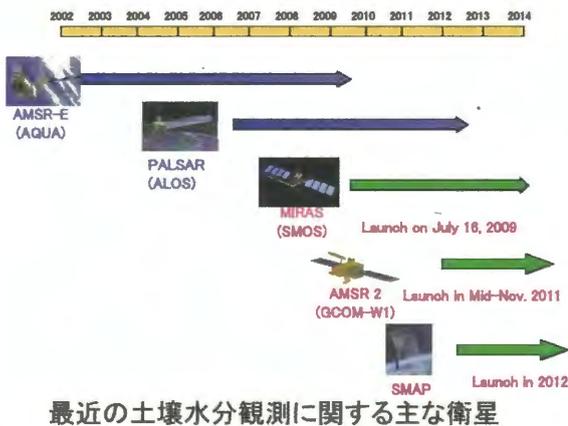


最新アルゴリズムによるAMSR-E土壌水分推定値の検証・評価

開発：一部(広島大学)・秋山量平(広島大学)・小池俊雄(東京大学)
藤井秀幸(JAXA)・近藤明彦(千葉大GReS)

1. 背景
2. 検証方法
3. 結果
4. おわりに

CPReP, Feb. 25, 2009



背景

- 地球規模での気候変動研究および水・エネルギー循環研究には衛星リモートセンシングが有効
- 2002年5月にAMSR-E(Advanced Microwave Scanning Radiometer for EOS)搭載の衛星AQUA(EOS-PM1)が打ち上げられ、現在も順調に稼働している。
- 2009年以降も土壌水分測定のための衛星の打ち上げが予定されている。

Center Frequency (GHz)	6.925	10.65	18.7	23.8	36.5	89_A	89_B
Band Width (MHz)	350	100	200	400	1000	3000	
Polarization	Vertical and Horizontal						
3dB Beam Width (deg.)	2.2	1.5	0.8	0.92	0.42	0.19	0.18
IFOV (km)	43×75	29×51	16×27	18×32	8.2×14.4	3.7×6.5	3.5×5.9
Sampling Interval (km)	9×10					4.5×4	4.5×6
Temperature Sensitivity (K)	0.34	0.7	0.7	0.6	0.7	1.2	1.2
Incidence Angle (deg.)	55						54.5
Dynamic Range (K)	2.7 - 340						
Swath Width (km)	Approximately 1450						
Integration Time (msec)	2.5					1.2	
Quantization (bit)	12	10					
Scan Cycle (sec)	1.5						



AMSR-Eの仕様

目的

- ◎ AMSR-Eの最新アルゴリズム(Koike 5.53 ver.)の検証
- ◎ AMSR-E土壌水分プロダクト(ver. 6.0)の評価

植生層放射伝達モデル

放射伝達方程式

$$T_b = \exp(-\tau_c) \cdot E_s \cdot T_s + [1 - \omega_c][1 - \exp(-\tau_c)]T_c + (\text{植生層の反射項})$$

T_b : マイクロ波放射輝度温度 (衛星で観測)

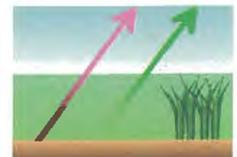
τ_c : 植生層の光学的厚さ (測定周波数波長と植物水分量の関数)

E_s : 土壌放射率 (土壌水分に依存)

T_s : 地表面土壌温度

ω_c : 単一散乱アルベド (=0と仮定)

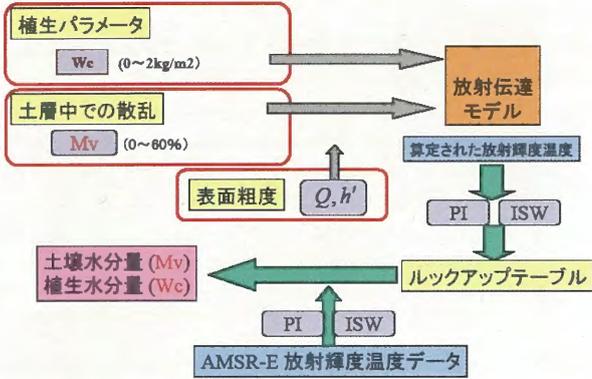
T_c : 植生層物理温度



上式右辺第1項: 植生層による地表面放射消滅

上式右辺第2項: 植生層自体からの上向き放射

土壌水分アルゴリズム



ISWとPIの二つの指標について

Index of Soil Wetness(土壌水分指標): ISW

$$ISW = \frac{Tb_i - Tb_j}{\frac{1}{2}(Tb_i + Tb_j)}$$

$i > j$; 周波数

$$e = 1 - \Gamma$$

高周波数 小, $e \rightarrow$ 大
低周波数 大, $e \rightarrow$ 小

ISWは土壌水分が多いほど大きくなる
(Γ : Fresnel電力係数(粗度の影響を受けている))

(Γ : Fresnel電力係数(粗度の影響を受けている))

使用周波数 低: 6GHz H偏波
高: 37GHz H偏波

Polarization Index(偏波指標): PI

$$PI = \frac{Tb_V - Tb_H}{\frac{1}{2}(Tb_V + Tb_H)}$$

V, H: 偏波

裸地では輝度温度はV偏波の方がH偏波より高い
植生が増えると差は小さくなる

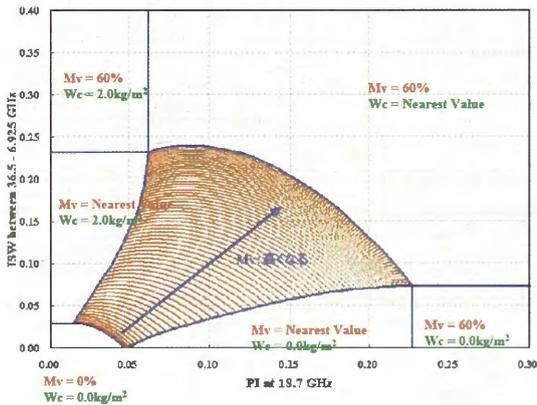
$$Tb = e \times T$$

輝度温度=放射率×物理温度

植生が多いほどPIは小さくなる

使用偏波 18GHz H, V偏波

ルックアップテーブル(適用条件: 体積土壌水分60%、植物水分量2.0kg/m²以下)

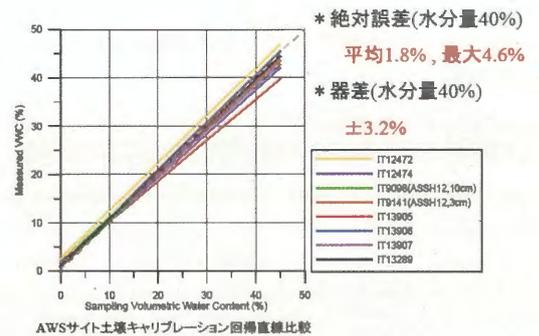


旧アルゴリズムとの相違点

- ✓ 植生層の反射を考慮
- ✓ 0.05度グリッド・8日間隔平均の植被率(f_c)データセットの改良 ($f_c = [(NDVI - NDVI_{min}) / (NDVI_{max} - NDVI_{min})]^2$, max: $f_c = 100$, min: 裸地, Terra/AQUA MODIS Vegetation Indicesを利用)
- ✓ Terra/AQUA MODIS Vegetation Indicesの植生指標EVIが0.5を超える場合は土壌水分推定を行わない。



TRIME-ITキャリブレーション結果



地上検証のためのデータ

$$VWC_{area} = \frac{SM_{ASSR01} + \dots + SM_{ASSR12} + SM_{RTY} + SM_{DGS} + SM_{DSS} + SM_{MGS}}{n}$$

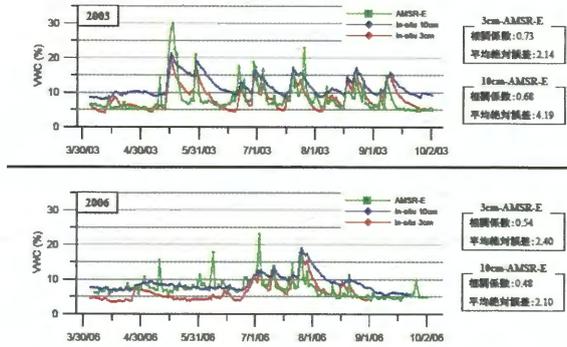
VWC_{area} : 面積水分量(%)
 SM_s : 地点sにおける土壌水分(%)
 n : データの得られているステーションの数

■地上検証の際、観測データを空間的に平均して捉える

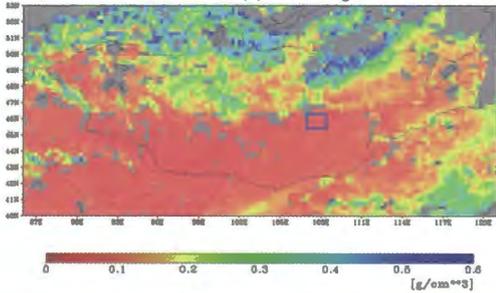
$$P_{area} = \frac{P_{RTS} + P_{DGS} + P_{DSS} + P_{MGS}}{n}$$

P_{area} : 面積降水量(mm)
 P_s : 地点sにおける降水量(mm)
 n : データの得られているステーションの数

衛星観測-地上検証 データ比較

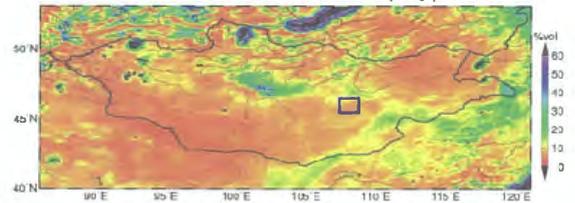


Aqua AMSR-E Soil Moisture (Koike V4.00) 2003-07-(3) Descending



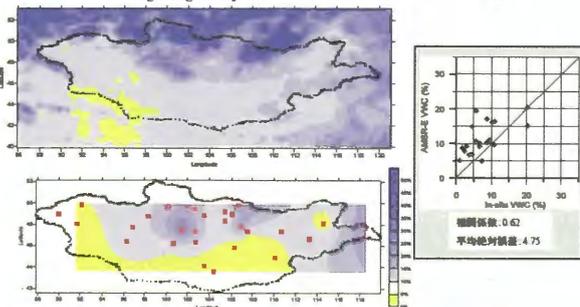
モンゴル国とその周辺のAMSR-E土壌水分推定 (Koike ver. 4)

AQUA/AMSR ESM Jun 21 30, 2003 DES (10days)



モンゴル国とその周辺のAMSR-E土壌水分推定 (Koike ver. 5.33)

Beginning of July 2004



衛星推定水分分布図(上図), 地上観測水分分布図(下図) (Kriging法)

NAMHEMデータによるAMSR-E土壌水分プロダクト(ver. 6)の評価

おわりに

✓ AMSR-E土壌水分アルゴリズム (Koike ver. 5.33) の検証は良好であった。

✓ 広域土壌水分としてのAMSR-E土壌水分プロダクト(ver. 6) の評価は高い。