

DMSP・SSM/Iによるトンレサップおよび メコンデルタの洪水の遠隔探知

(財)リモート・センシング技術センター

研究部長 田中 總太郎
主任研究員 杉村 俊郎
お茶の水女子大学 田中 美枝子
東京大学 玉井 信行

1. はじめに

DMSP・SSM/Iデータを利用すれば、熱帯域で発生する洪水の監視が可能となる。マイクロ波領域では水面と地表面の放射率が大きく違う。受動型マイクロ波センサーが検出する輝度温度は、地球表面からの放射とマイクロ波が届くまでの間の大気による吸収や放射を加減したものである。

マイクロ波センサーの瞬時視野（フットプリント）の中に、水面が何%を占めているか（図1）は、次の式で表現される¹⁾。

$$\text{視野に占める水面の百分率} = 100 \frac{(TbL - TbM)}{(TbL - TbW)} \quad (1)$$

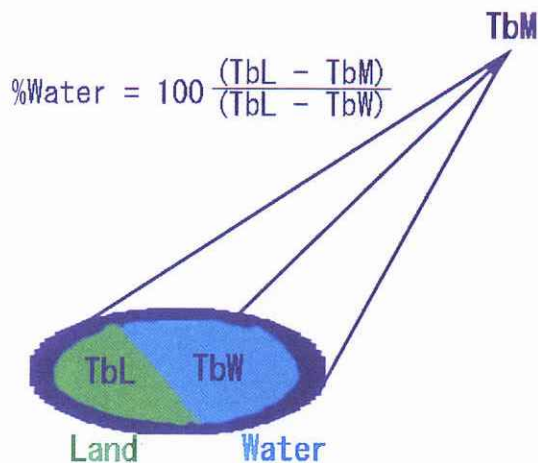


図1 マイクロ波放射計による
湛水面積の測定原理

ここに、

TbL：フットプリント内が乾いた陸地だけの場合の輝度温度(K)

TbW：フットプリント内が水面だけの場合の輝度温度(K)

TbM：フットプリント内に陸地と水面が混じっている場合の輝度温度(K)

メコンデルタおよびトンレサップ湖周辺の湛水面積の測定にDMSP・SSM/Iデータを使い(1)式を用いれば、通年を通して湛水面積の測定が可能である。河川水位が危険水位を超えて上昇し地域の湛水面積が異常に増大した状況が洪水であるが、この方法によれば常時この地域の洪水状況を推定出来る。湛水面積の推定には、(1)式以外に異なる周波数での輝度値の差分をとる方法¹⁾などもある。

2. トンレサップおよびメコンデルタの湛水面積の推移

ここで定義するトンレサップとメコンデルタは、図2に線引きした範囲を指す。メコンの本川がインドシナ半島の東寄りを南下し、その支流であるトンレサップ川が途中で西方から合流する。トンレサップとメコンデルタの面積は、約95,000km²および約68,000km²である。図3は、この地域を映したDMSP-SSM/I SDR 37GHz水平偏波の輝度温度(1997年10月17日)である。この画像の図2に示す範囲の部分を集計して湛水面積を出す。ここに、SDR (Sensor Record Data)は NOAA/SAA (National

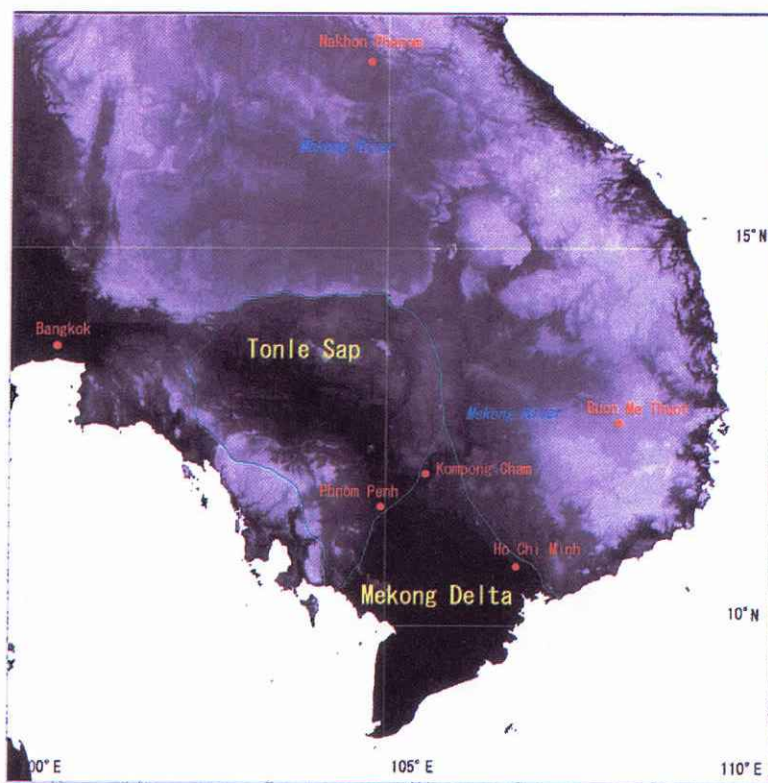


図2 トンレサップとメコンデルタの範囲

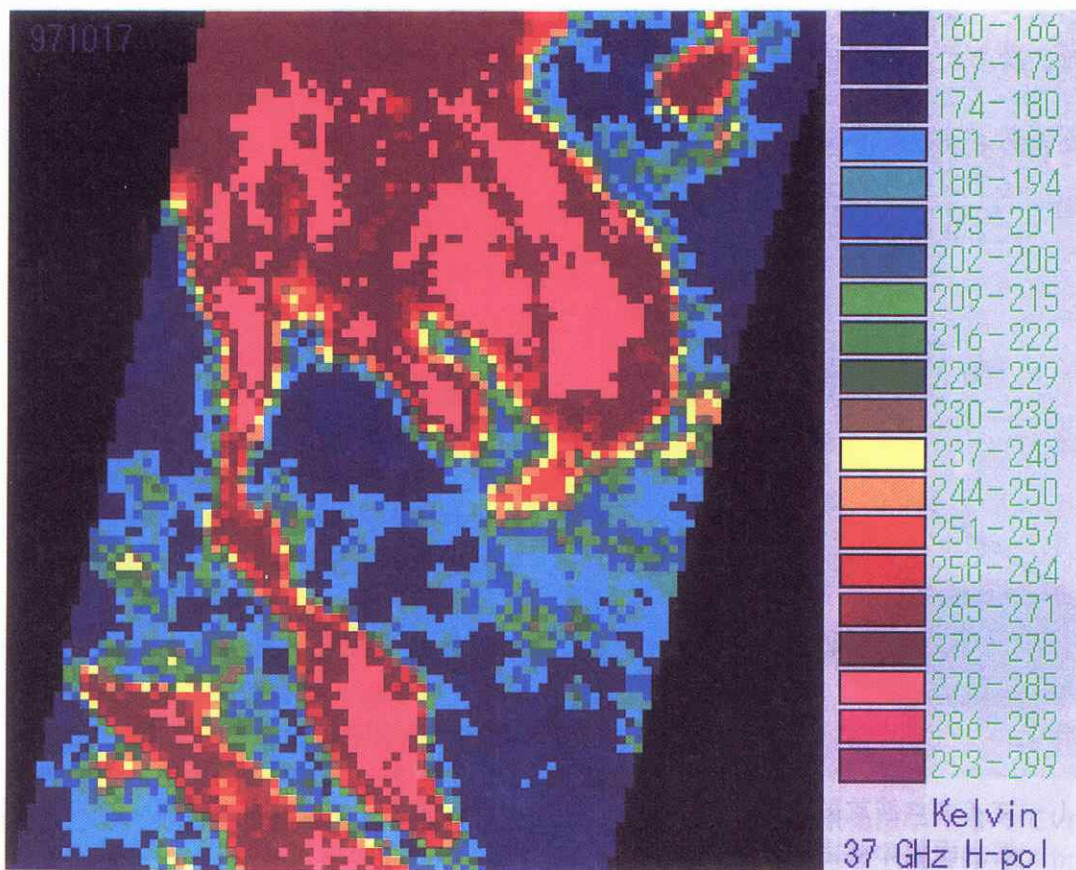


図3 DMSP-SSM/I SDR 37GHz水平偏波の輝度温度 (1997年10月17日)



/ Satellite Active Archive) が発信する校正された輝度温度データである。

図4は、1997年5月から現在(2001年11月)までのメコンデルタおよびトンレサップ湖周辺の湛水面積の推移をプロットしたものである。DMSP(Defense Meteorological Satellite Program)のF14号機がSSM/I(Special Sensor Microwave / Imager)により現地時間の朝8時頃に収集した37 GHzの水平偏波データを使い(1)式にて算出した。

この地域では、毎年7月頃から12月にかけて多くの土地が冠水する。それがこの地域の自然の営みであり、このサイクルによって土地が肥沃となり農業が維持される。10年に1回の確率で発生する洪水を10年洪水というが、昨年2000年と今年2001年、これに該当する洪水が連続して発生しているようだ。図4には、1997年から5回の雨季が含まれており、洪水年の湛水面積の推移を通常年の推移と比較できる。

[トンレサップ湖の水域の膨張収縮]

この湖は2,500km²から20,000km²の範囲で湛水面積の膨張と収縮を繰り返す。毎年4月下旬頃に最小を記録する。図4が5月を起点に2年後の4月までを区間として表示してあるのはこのためだ。トンレサップ湖の湛水面積が15,000km²を超えてくると洪水状態になったと言える。洪水状態の強弱は、(1)湛水面積が更にどこまで広がるか、(2)洪水状態の継続時間により測られる。また、洪水状態になる時期がいつかということは、人々が生活スタイルを切り替えるタイミングを計るために重要である。

・洪水の早期の訪れ(2000年)

2000年には、5月下旬から湛水面積が膨張を開始し7月中旬には15,000km²を突破した。このとき、トンレサップ湖の周辺では住居を湖側に残したまま、陸側への引越しに遅れた人々がでた。従来予想に反し、水位上昇と湛水面積の膨張が早く訪れたためだ。図4から判るように、1999年の7月

中旬には、湛水面積は10,000km²以下、1997年と1998年の7月には6,000km²程度であった。

・高水位の継続(2000年)

トンレサップにおける15,000km²を超える湛水面積の状態は11月中旬まで4カ月間続いた。それ以前の3年間には、この規模の湛水面積の継続は1997年の約1カ月が最長である。

・洪水状態の収束

1997年の洪水状態の収束は、10月初旬に始まっている。2000年には、約1月遅れ11月初旬にピークをつけた。1998年、1999年には洪水状態は発生しなかったが、1999年には12月下旬まで10,000km²を越す湛水面積が継続していた。今年2001年は、11月中旬現在なお洪水状態が継続中である。

[メコンデルタの水域の膨張収縮]

図4から次のことが判る。メコン川の最下流部に位置するメコンデルタでは、6月から9月下旬頃まで水域の拡大が続き、11月まで、年によっては12月の終りまで高水位の状態が続く。湛水面積の変動は1年を周期とし、その変動パターンは同じと言える。同じとは言っても、その中味は微妙に異なり、下方に振れると早魃に上方に振れると洪水になる。

・2001年の湛水面積は広い

11月10日、メコンデルタの湛水面積は32,500km²を越えた。この数値は、この方法で観測を開始して以来の最大値である。2000年洪水が過去最大の洪水と云われていたが、2001年のほうが上回ったかもしれない。2000年と2001年の10月を比較すると、2001年のほうが湛水面積の広い期間が長く続いた。

・長引く湛水期間

メコンデルタでは湛水期間がトンレサップよりも長引く。1997年および2000年のデータは典型的で、メコンデルタでは湛水域が減少を始める時期が1カ月から2カ月遅れる。

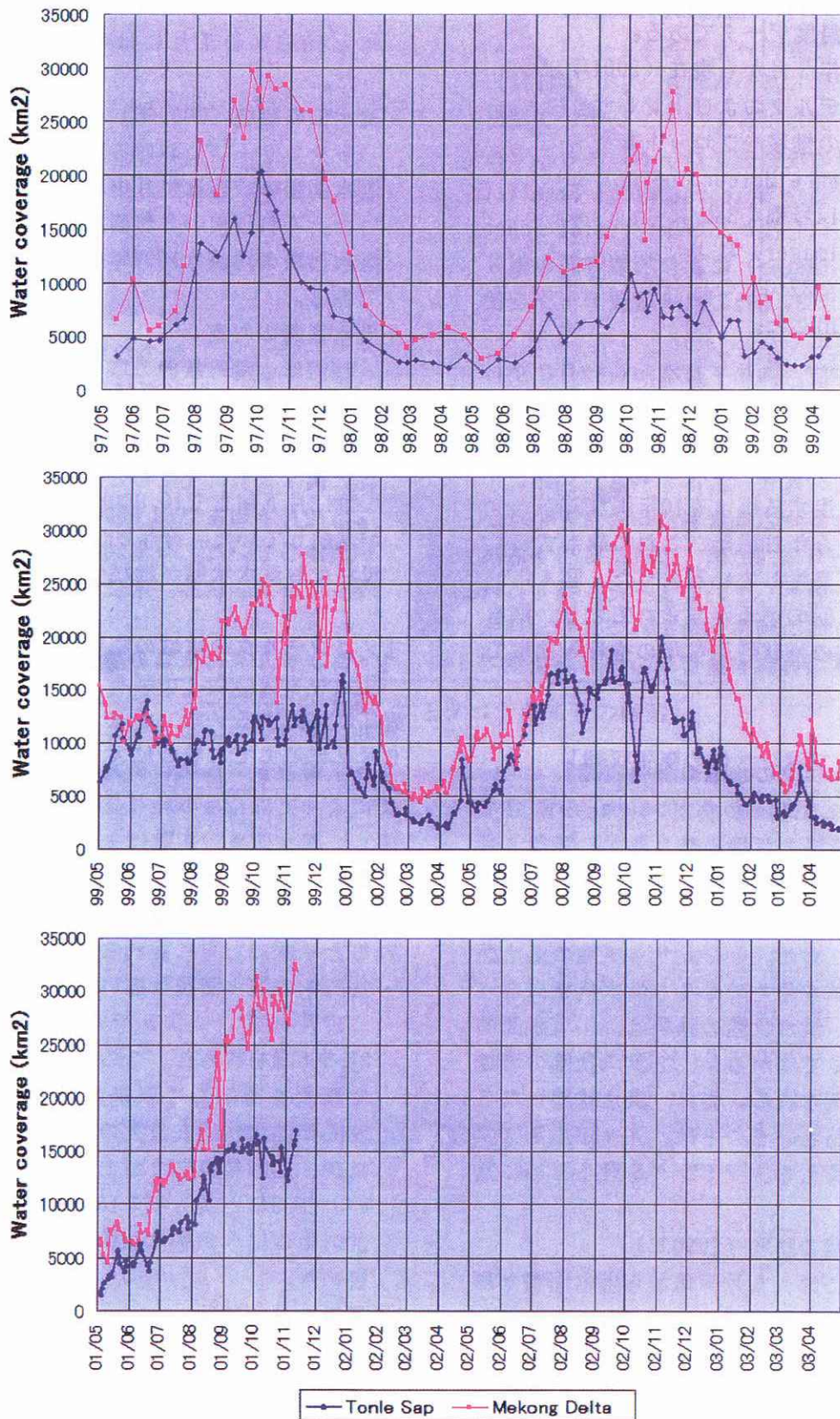


図4 トンレサップとメコンデルタにおける湛水面積の推移（1997年5月—2001年11月）
 SMM/I-37GHz水平偏波輝度温度データから算出したもの。青：トンレサップ，
 赤：メコンデルタ。2000年洪水は注目を浴びたが2001年11月現在も洪水状態にある。



・洪水による人的被害

広い湛水域が長期間続くメコンデルタの人的被害は、子供に多い。2000年洪水での死者448人の内、子供319人(71%)、2001年には10月21日までの洪水による死者305人の内、子供241人(79%)。子供が水に落ちるためという。[Vietnam Review 2001. 10.27 他参照]

・1998年の低水位

この年はトンレサップでもメコンデルタでも水が少なかった。なお、バングラデシュではこの年に大洪水が発生している。

3. 技術的な補足

式(1)は湛水面積を算出するが、 TbL と TbW を与える場合に注意を要する。図4を算出するにあたっては、F14号機が現地時間で日の出後の2時間ほどの間に収集するデータのみを使い、このデータに対してのみ適用する TbL と TbW の値を決めている。冒頭に「熱帯域で発生する洪水」とこの手法の適用範囲を限定したのは、 TbL と TbW の値が、時、場所、場合によって相違するためである。水面や地表面の物理温度は、時間(太陽の上昇)とともに変化し、晴天、曇天、雨天によっても異なる。地表被覆の状態によって地表面温度は相違する。何らかの方法で地表面物理温度を知ることができれば、熱帯以外の地域でもこの手法により洪水状況を知ることができる。

4. むすび

本報告は、洪水の遠隔探知と題し「日本に

居ながらにして遠く離れたメコン流域の洪水状況を即時に知る方法」という技術の紹介である。「リモートセンシング」とは「直接対象に触れずに計測する」という意味であり、「蓄積された衛星データをインターネット経由で任意に取り出し目的とする情報を得る手法」という意味はない。しかしながら今日、インターネットに代表される情報の流通手段が普及し、リモートセンシングによる観測データが何処かのコンピュータから発信されていれば、そのデータから直接に目的情報を得ることができるようになった。現代の情報インフラストラクチャを利用したリモートセンシングデータからの情報の取得、逆に云うならば知識普及(dissemination of information)についての側面を「遠隔探知」という用語を通して強調した。

洪水のモニタリングに重要なことは、情報収集の即時性である。昼夜晴雨を問わず常時観測できる湛水面積探知の方法は、例えば、バングラデシュの洪水モニタリングにも運用ベースでシステム化できる数少ない実用のリモートセンシングの1つである。

DMSP-SSM/Iデータは、NOAA/SAAから取得している。膨大なデータ取得の折、Help Deskの方々から協力を頂いたことを記し感謝する次第である。

文 献

- 1) M. Tanaka et al, Flood-drought cycle of Tonle Sap and Mekong Delta area observed by DMSP-SSM/I, IJRS (in printing)

