

5. DMSP SSM/I データによる中国の1998年洪水の観測

5. 1 概要

1998年7月から8月にかけて中国各地で1954年大洪水以来といわれる大規模な洪水が発生した。初めのうちは特に揚子江沿いのポーヤン湖、武漢で被害がひどかったようである。8月後半には、東北地方で洪水域が広がった。

通常、洪水シーズンは雲のかかっていることが多いため、光学センサでの洪水域観測は困難なことが多い。MOS/MSRと同じ受動型マイクロ波センサであるDMSP-SSM/Iデータを用いて、中国の洪水における湛水域のモニタリングを行った(Tanaka et al. 2000)。

5. 2 使用データ

米国NOAAのDMSP-SSM/Iデータは、同型の人工衛星4機を運用して同じ領域をほぼ1日から3日に1回ずつ取得しており、インターネットを通じて1パス分(地球1周分)ずつ入手できるようになっている。ここでは、気温があまり上昇していない午前5時ごろ(現地時間)にデータ取得できるF-13号機によるSSM/IのSDRデータを使用した。

MOS/MSRと同じ受動型マイクロ波センサではあっても、センサの周波数帯や入射角・偏波等観測条件は異なっている。今回は、DMSP-SSM/Iの7チャンネルのうち、最終的に、37GHz帯水平偏波データを用いてモニタリングした。37GHzデータはフットプリントサイズが37km×29kmで19GHzデータの69km×43kmより空間分解能が高く、水平偏波データのほうが垂直偏波データより水域と陸域の輝度温度差が大きく出るからである。

また、MOS/MSRでは23GHzと31GHzの輝度温度差分データを用いたが、DMSP-SSM/Iの19GHzと37GHzとの組み合わせでは、MOS/MSRでの組み合わせよりも、フットプリントの大きさに差がある。従って、異なる周波数帯の輝度温度差分データを用いる方法は、不向きである。

5. 3 洪水域の変化

37GHz 帯の水平偏波では、水域と陸域とでは放射率が0.3程度異なる。アンテナ輝度温度にすると、夏の中国揚子江周辺では、海水でおよそ150K、乾いた陸地で280K程度である。

図5.1に、中国全土の地図を示す。図5.2に、上段左から順に7月1日、7月10日、7月25日、下段左から順に8月3日、8月20日、9月5日のDMSP-SSM/I、37GHz帯水平偏波輝度温度画像を示す。夏の中国東部なので、画像中、黒っぽいほど輝度温度が低くて水に覆われており、白っぽいほど輝度温度が高くて乾いていると考えてよい。7月前半は、揚子江(Yangtze River)河口域で湛水域が広がった。後半には河口域が縮小し、ドンティン湖(洞庭湖; Dongting Lake)、ウーハン(武漢; Wuhan)付近の湛水域が拡大した。8月前半にはドンティン湖付近では縮小し、ポーヤン湖(Poyang Lake)付近で拡大した。後半にはハルビン(Harbin)西方の東北平原で大きく拡大した。ここにはターチン(大慶; Daqing)油田がある。

8月後半に洪水域が広がった、中国東部のネン川(Nen River)および下流のソンホワ川(松花江; Songhua River)各流域での洪水状況の詳細を、1998年8月20日5:59UTのNOAA/AVHRRデータから解析してみる。図5.3は、東経122~128度、北緯44~50度の領域のAVHRR画像である。画像中の主な都市は、ハルビン、チチハル(Chichihaerh)、チャンチュン(長春; Changchun,)およびチーリン(吉林; Kirin)である。ハルビンはちょうどソンホワ川の川岸に位置する。一方チチハルは、ネン川の川岸に位置している。およそ1年前の1997年9月3日5:06UTのAVHRR画像と比較してみる。1998年は、ほとんどの川幅が広がってしまっているのがよくわかる。ハルビン西方のネン川と、チーリンから伸びているアルソンホワ川(第二松花江)の合流地点からチチハルにかけてが最も著しいようである。この辺りの前年の川幅は、約4~9km程度である。前年も、チチハルからネン川に沿って下流約200kmに亘っては、そのさらに下流に比べて川幅が広がっている。この流域では、前年も水量が多かったことを示している。しかし、この流域では高度差があまり無いため、水が湖や池にとどまり、そこから下流へ大量に流れる事が無かった。一方、1998年の画像は、川がひどく氾濫している状態を示している。チチハルでの川幅は、9km程度に広がっている。チチハルの下流のひどい洪水流域では、川幅が前年の約4kmから約23kmかそれ以上にまで広がってしまっている。ターチンがハルビンとチチハルの中間に位置する

ターチン（大慶；Daqing）油田は、この大量の氾濫水に浸水されてしまった。

5. 4 湛水面積率の検証

DMSP-SSM/I では、1つのフットプリント(実行瞬時視野；Effective Field of View；EFOV) エリア内の水・陸の割合により、輝度温度が、全部水域の場合と全部陸域の場合における各輝度温度の中間値をとる。その画像内で明らかに全部水域である地点（例えば海）と、明らかにほとんど水には覆われていないであろう地点(例えば山間部や砂漠地帯)の各輝度温度値を用いて、式 (3.2) に示した1次内挿により、EFOV 内の水に覆われている領域の割合(湛水面積率)を計算した。

広島工業大学には、可搬型衛星受信装置の設備があり、日本の地球資源衛星1号（Japanese Earth Resources Satellite-1;JERS-1）の合成開口レーダ（Synthetic aperture Radar;SAR）のデータが受信できる。広島は日本の西に位置しているため、武漢南方付近の JERS-1/SAR データを直接受信・処理することができた（菅ら 1998）。

SAR は、能動型マイクロ波センサである。基本的にはレーダだが、合成開口法をとることにより、マイクロ波放射計と同じマイクロ波帯でありながら 18m という高分解能画像を取得できる。マイクロ波帯なので、昼夜、雲があっても観測可能である。しかし、高分解能であるがゆえに、限られた、そして狙った範囲のデータしか取得できないので、マイクロ波放射計のように常時広範囲をモニタリングし続けることは難しい。従って、今回洪水直後の武漢南方付近の JERS-1/SAR データを直接受信・処理することができたのは、大変幸運なことであった。

この高分解能画像からも湛水面積率を計算し、これを正しいデータであるとして、SSM/I データから算出した値が正しいかどうかを検証した。SAR は7月29日のものを、SSM/I は7月28日、30日のものを用いた。図5.4に使用したSSM/I 画像を示す。

それによると、武漢南方付近における湛水面積率は、SSM/I データからは、約17%であった。SAR データからは、12.38%であった。やや大きめに算出されたが、フットプリント 37km×29km のSSM/I データから算出した湛水面積率は、ほぼ信頼できるといえる。



図5. 1 中国全土地図

(http://www.lib.utexas.edu/Libs/PCL/Map_collection/middle_east_and_asia/China_rel96.jpg

より)

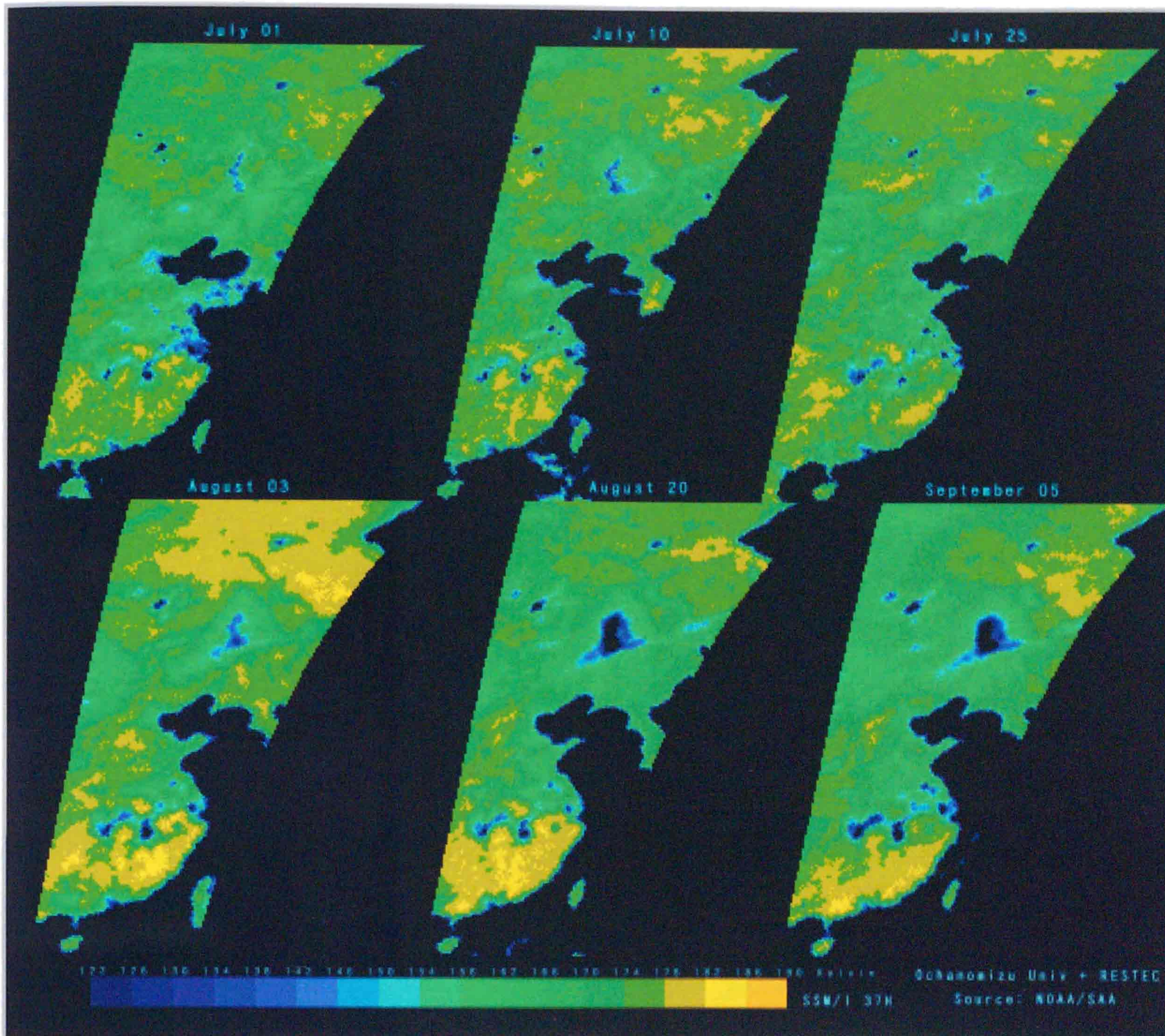


図5. 2 1998年夏の中国東部のSSM/I 37GHz 水平偏波輝度温度画像。
 上段左より順に、7月1日、10日、25日、下段左より順に、8月3日、
 20日、9月5日。

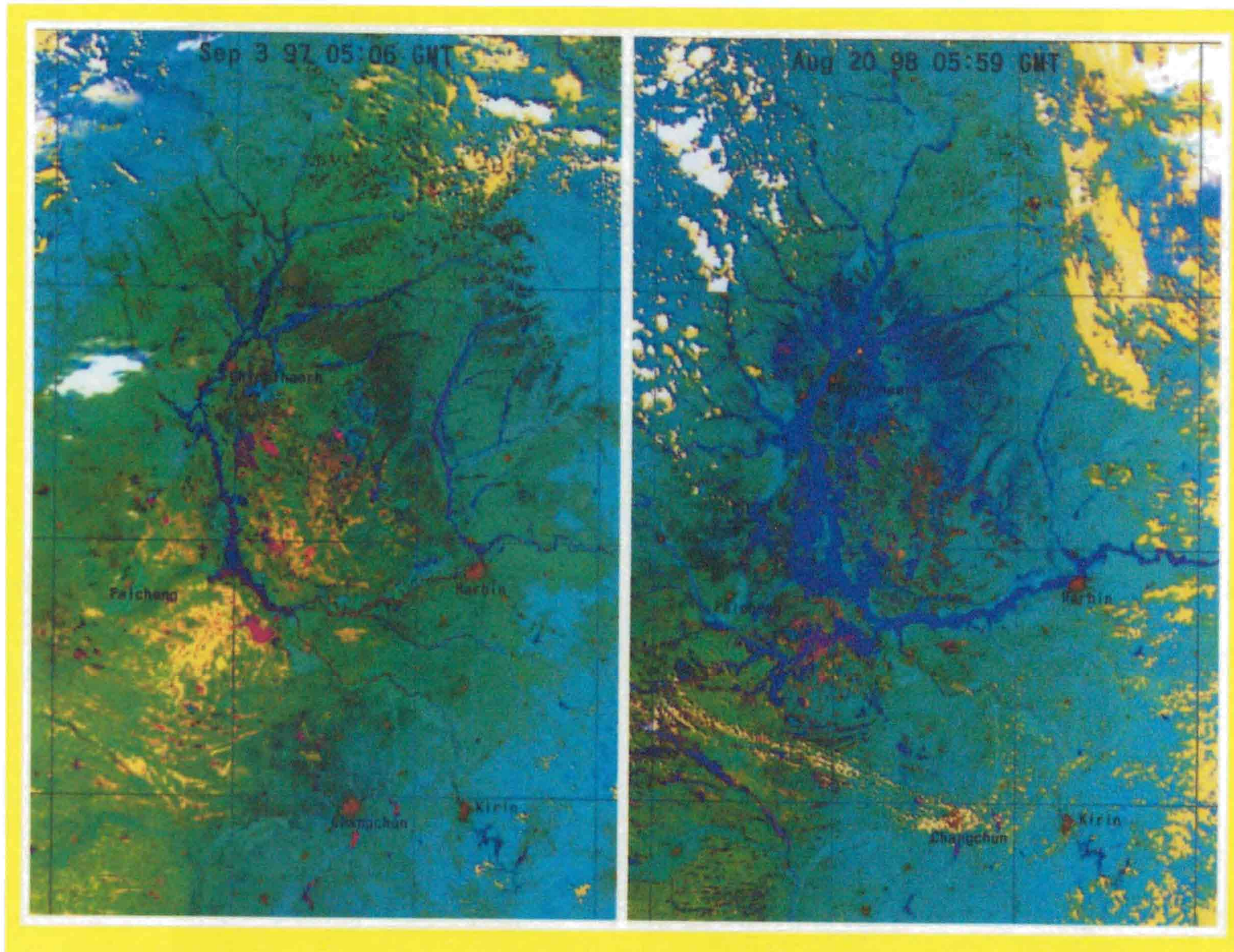


図5. 3 中国東北部の洪水時の NOAA/AVHRR 画像。
左：1997年9月3日、右：1998年8月20日。
1998年は洪水がひどいところでは、川幅が23km以上にも広がっている。

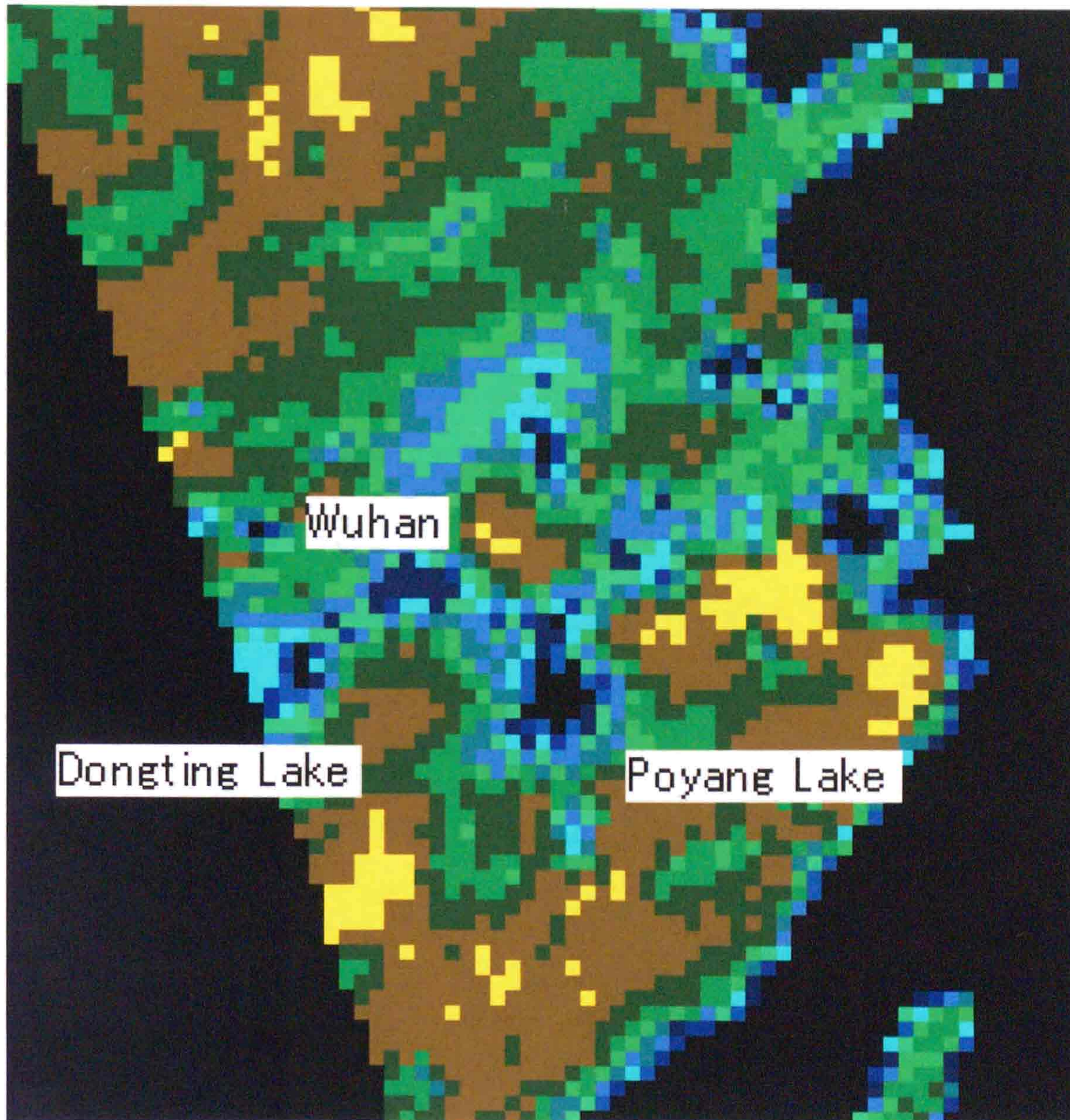


図5. 4 1998年7月28日揚子江流域のSSM/I 37GHz 水平偏波輝度温度画像。
洪水は、ポーヤン湖 (Poyang Lake)、武漢 (Wuhan)、洞庭湖 (Dongting Lake) 周辺が特にひどかったようである。

5. 5 まとめ

MOS/MSRと同じ受動型マイクロ波センサであるDMSP-SSM/Iデータを用いて湛水面積率を推定し、中国洪水の解析を試みた。

DMSP-SSM/Iデータには、次の特長がある。

- 1) 分解能は低いが、広範囲(走査幅1400km)の情報が得られる。
- 2) 薄い雲、弱い雨程度なら大きな影響を受けずに昼夜とも観測可能である。
- 3) 高分解能センサに比べて、同一領域が頻繁に取得できる。
- 4) 輝度温度から湛水面積率が推定できる。
- 5) 希望のSDRデータが、NOAA/SAAサービスにより、インターネットを通して無料で入手可能である。

高分解能のSARデータから計算した湛水面積率とほぼ同じ値が得られたので、推定湛水面積率は信頼性がある。従って、中国の今夏のような規模の洪水観測・モニタリングには適しているセンサといえる。