

地球資源探査システムに関する国際ワーク ショップと第7回環境測定国際シンポジウム*

土 屋 清**

1. ま え が き

1971年5月2日～15日, 17日～21日, アメリカのミンガン州立大学で開催された表題の2つの会合に出席する機会を得たのでその概要を報告する。

2. 地球資源探査システムの国際ワークショップ

これは1969年の国連総会で、「…アメリカは地球資源探査計画を通じて, 世界各国と情報を分かち合うつもりであり, この線に沿って幾つかの計画を進めている。…」というアメリカのニクソン大統領のステートメントに沿ってなされたものである。

このワークショップには米, ソ, 英, 独, 仏, 伊, 加, メキシコ, 韓, タイなど38ヶ国の代表とWMO, COSPAR, 国連本部など15の国際専門機関の代表など約350人が参加した。

第一週目はおもに地球資源探査計画についての総合報告, 各国の計画の概要など行政的な面についての報告があり, 第2週には, 農業, 林業, 地質, 地理, 環境汚染, 海洋などあらゆる分野への人工衛星, 航空機などからの遠隔測定資料の利用についての技術的な面の発表があった。

第1週目での発言のおもなものは, アメリカの国連大使 Bush 氏がアメリカの資源探査に関する宇宙利用の基本的姿勢を述べ, 「…私が国連大使になって間もなく, この計画の概要を述べたところ, ソ連の国連大使から, 国連は, 後進国の経済援助に主力を注いで来たが, アメリカは国連の性格を reshape するつもりなのか, と冗談を言われたことがあるが, もちろんアメリカは国連憲章に従うものである。しかし現在でも食糧不足に悩んでいる国もあるし, 水, 鉱物資源なども十分でなく将来は一

層の開発が必要であり, 資源衛星が期待されるゆえんである。……」とユーモアも混じえながら宇宙開発の実用化への期待を述べた。

NASA 次官の Newell, 国際部長の Frutkin 両博士は, 気象衛星など実用衛星の国際協力における貢献や資源衛星, 宇宙実験所などの具体的な説明をした。既に資源衛星資料による研究申込みは, アメリカを含めて600にもなっている。これから内容を検討して, 条件の整っているものは accept するが, 外国のものを研究する場合にはその国と正式の agreement を結んだものでなければ受諾できないことを述べた。地質調査所長の W. Pecora 博士は, 文化, 経済, 産業は水資源の豊富な所で発達し, 現在1人につき1,500ガロンの水が使用されているが, 100年後には人口は倍増, 産業規模の拡大により, 全地球上の流量の75%以上の水を使用しなければならなくなる。そのためにも衛星をフルに活用して大きな視野から地球上の水資源を確保する必要があることなどを強調した。

アメリカ以外の国では, カナダ, フランス, ブラジル, メキシコ, インドなどが国としての計画を述べたが, 特にカナダの計画はよく整備されており, 大がかりな機構が完成されている。カナダからは連邦政府, 州政府などから多数の行政責任者, 学者, 技術者などが参加していたが, 国が大きく, 人口の少ない国の期待は非常に大きいようである。

第2週目にあったアメリカの研究者の発表で興味があったのは, 日本ではごく最近使われ始めたカラー赤外写真がアメリカでは非常に多くの分野で使われており, 目的別によって異なった波長の写真や放射計が使われていることであった。

例えば第1表に示す分光計で測定した資料から農林業, 環境汚染などについて次のようなことがわかった。

(i) 植物被害の識別

* International Workshop on Earth Resources Survey Systems, and 7th International Symposium of Remote Sensing on Environment

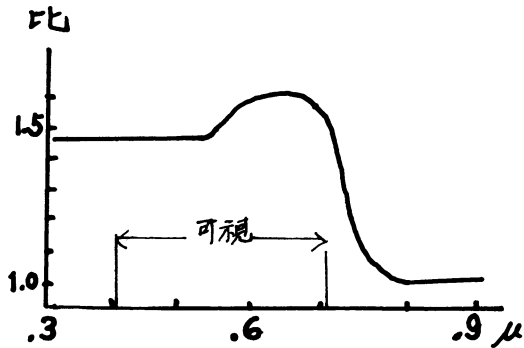
** K. Tsuchiya 気象庁予報課, 気象研究所(併任)

第1表 ミシガン大学の観測機に装備されている分光計*1

チャンネル	波長(μ)	色・特徴
1	.40~.44	堇
2	.44~.46	
3	.46~.48	青
4	.48~.50	青緑
5	.50~.52	緑
6	.52~.55	黄緑
7	.55~.58	黄
8	.58~.62	黄赤
9	.62~.66	薄赤
10	.66~.72	濃赤
11	.72~.80	反射赤外
12	.80~1.0	反射赤外
13	1.0~1.4	反射赤外
14	1.5~1.8	
15	2.0~2.6	
16	4.5~5.5	熱赤外
17	8.2~13.5	熱赤外

第2表 健全および被害松の識別に役立つチャンネル*1

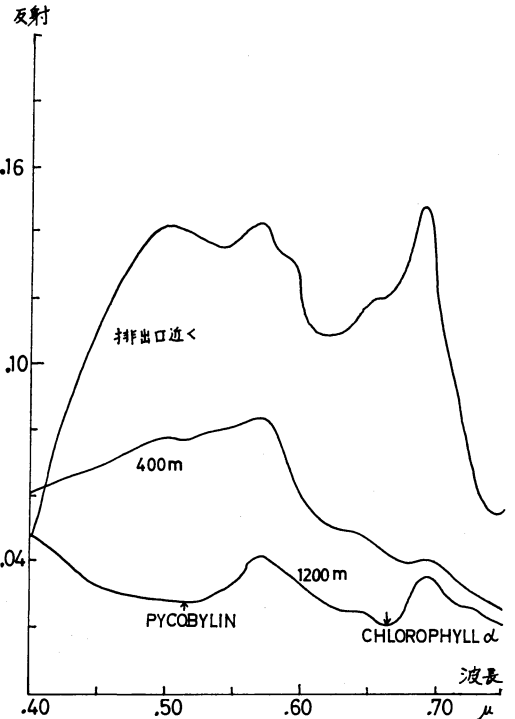
	有効チャンネル番号
健康な松	1, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12
被害松	1, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12
〃(落葉している)	6, 9, 10
油害で枯死した松	1, 3, 9, 10, 11, 12



第1図 健康な植物と不健康な植物の反射強度の比

第1図は健康な植物の反射度と病気の植物の反射度の比であるが、健康な植物の反射度はずっと大きく、特に赤色部から近赤外部で大きい。従って赤外カラー写真から病気の植物の識別が眼で見ることによって可能である。これを多重スペクトル放射計による観測資料を計算機で処理すれば、短時間に広範囲の農場、森林の植物や樹木の健康管理が可能になる。第1表は17チャンネルの分光計で、この分光計による被害松の調査結果、有効チャンネルは第2表のとおりであった。

* 1 : 参考文献の(2)による



第2図 ロスアンジェルス港の下水排水口からの距離による反射強度の違. * 2

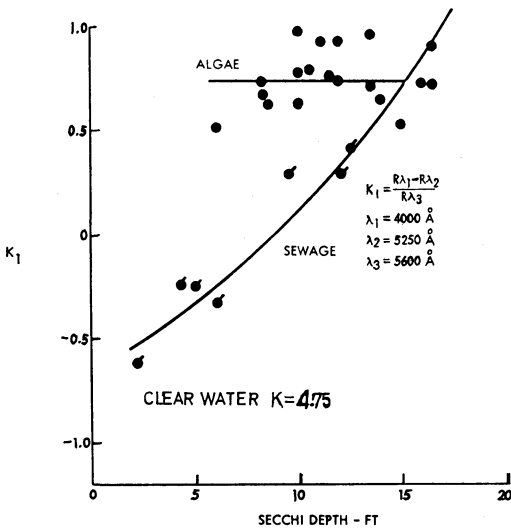
第2表のチャンネル番号は第1表のものである。各チャンネルの間にも相関があるので、実際は3~4個のチャンネルの組合せで十分に被害松の識別が可能である。

(ii) 海洋汚染

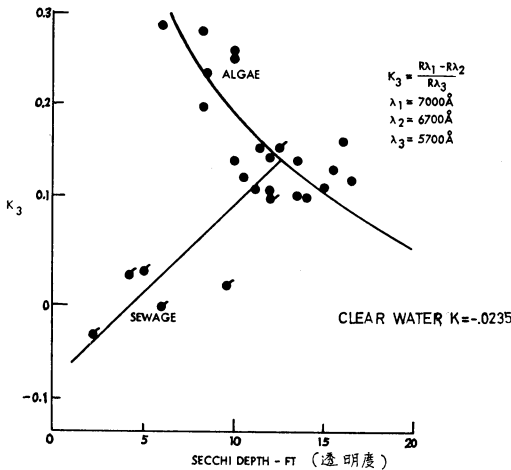
海面の汚染のうち、油汚染については、0.32~0.38μの紫外線写真が一番良いことが分った。

第2図はロスアンジェルス港の下水排水口の近く、400m, 1,200mの所で測定した波長別の反射強度である。汚染の度合や海水中の含有物による反射強度に及ぼす影響が良く示されている。

第3図は次の式で示した指数と海洋の透明度(皿の見



第3図 海の透明度と K1 の関係。* 2



第4図 海の透明度と K2 の関係 * 2

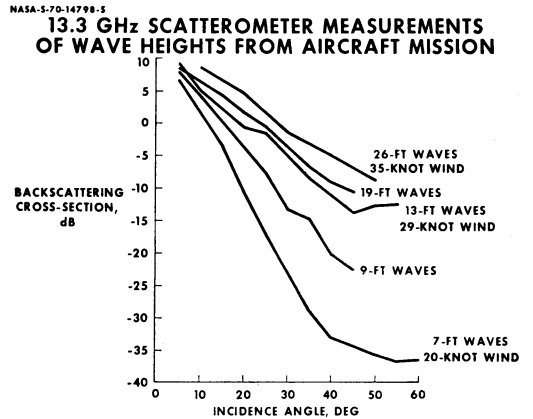
* 2 : 参考文献の(2)による。

えなくなる深さで示す)との関係である。

$$K_1 = \frac{R\lambda_1 - R\lambda_2}{R\lambda_3} \begin{cases} \lambda_1 = 0.400\mu \\ \lambda_2 = 0.525\mu \\ \lambda_3 = 0.560\mu \end{cases}$$

$$K_2 = 1 - \frac{R\lambda_2}{R\lambda_1} \begin{cases} \lambda_1 = 0.570\mu \\ \lambda_2 = 0.552\mu \end{cases}$$

第3図では、ALGAE (藻類) は K_1 にはほとんど無関係であるのに対して、下水排出物のほうは高い相関を示してある。第4図から波長が長くなると藻類でもよい相関のあることがわかる。



第5図 13.3 GHz Scatterometer による波高測定図。参考文献の(4)による。

(iii) 地質、地理への応用

この分野でもいろいろと興味ある発表があったが筆者の興味を惹いたのは、やはり前出の多重チャンネル放射計(分光計)による露出床岩、かん木のある礫地など8つに分類した地面を計算機で識別する問題であった。結果は次のようである。

- (A) 最適チャンネルによる精度 99.6%
- (B) 一つは必ず赤外チャンネルを入れた場合 98.8%
- (C) ERTS(資源衛星)の4チャンネル放射計 97.7%
- (D) ERTS の RBV カメラ 93.8%

以上は基礎実験場についてのものであるが、この方法で他の場所に応用した結果はやや精度が下って次のような値になった。

- (A) 86% (C) 82%
- (B) 83% (D) 81%

赤外線を使った場合の精度はよくないが、赤外線はえん霧などの影響が小さいから、場所によっては逆の場合も起こり得る。

(iv) 海水、雪への応用

気象衛星写真による海氷の問題は日本でも研究されているが、NOAA の Mclain 博士は雲との識別に次のような方法を提案した。ESSA 写真を計算機で処理し、各格子点の Brightness を記憶させておき、5日間の資料から、5日のうち1日でも Brightness が地面の値と同じような場所は0にしてしまう。このようにすることによって雲を除くことができ、雪や海水に覆われた面積を計算することが可能になる。他にも24の興味ある論文が発表されたがここではページ数の都合で割愛する。

3. 国際シンポジウム

国際ワークショップのあと1週間にわたって環境遠隔測定のシンポジウムが開かれ、世界中から約600人の参加者があった。午前中は総合報告や各国の現状の報告、午後は各分野について4会場に分れて、1人15分間(含討論)の発表があり、合計36の総合報告、120の論文発表、1つの討論会が行なわれた。筆者は日本における遠隔測定の現状、研究成果などについての総合報告を行なったが、芸の細かい我々の研究結果についてはかなりの反応があった。

午後の専門分野の発表は、赤外放射、マイクロウェーブ(パッシブの)、サイドルッキングレーダー、レーザー、多重スペクトル写真などの基礎研究、応用研究などで非常に興味ある問題が多数あったが、会場が4ヶ所に分れていたため聞きたい論文でも思うように聞けないという不便さがあった。

筆者にとって興味があったのは次のような論文であった。衛星による大気汚染の遠隔測定、下層大気中のマイクロウェーブによる温度プロファイルの決定、赤外熱映像と垂直温度分布測定装置(気象衛星ITOS-Dに装備される)による3次元雲分布、現業用気象衛星ITOS走査放射計による海面温度決定、Long-Path赤外分光計による大気汚染の量的測定、晴天乱流の放射計による観測技術、音波ドップラーによる下層風の測定、音波エコーによる気温や風速の測定、エアロゾルの遠隔測定、大気の影響、熱赤外放射の大気中の微粒子による減衰、Passiveマイクロ波による海面状態、地表面、気象状態の推定などであった。

マイクロ波放射計は、最近クローズアップされてきたものである。マイクロ波領域の地表面からの射出量は赤外線と比較してずっと小さいが、赤外線のように水蒸気による吸収の無いことや、誘電率による射出度の異なる

どを利用することによって、赤外線放射計とは違った利点がある。例えば海氷と海水が共存しているような海域は、赤外線では識別できないがマイクロ波放射計では識別可能であり、海面近くの塩分の測定も可能である。

いっぽう active マイクロ波の反射は表面の形によって大きな差があるので波の測定などが可能である。第5図は13.3 GHzのScatterometerによる波高、風速の測定図表であるが、実用に堪えるとのことである。

シンポジウムで特に感心したのは、ミシガン大学Willow Run Laboratoryの研究者達の研究で、各種の放射計、レーダー、レーザーなどの基礎、応用研究、製作など正攻法で着実にやっている態度であった。同時にこれらの観測機械を装備した航空機を持って自由に観測もでき、実験室での実験、測器の製作まで出来る環境は羨ましい限りである。なお1972年10月に第8回の国際シンポジウムが開かれる予定になっている。会員多数の参加を希望したい。なおシンポジウムの発表論文希望者は参考文献(3)の発行所に申込み入手可能である。値段はやく20ドル。

参考文献

- 1) White, Peter G., TRW Systems Group, 1771: Remote Sensing of Water Pollution. International Workshop on Earth Resources Survey System(Int. W. ERTS), 303-321, NASA.
- 2) Smedes Harry W., 1971: Automatic Computer Mapping of Terrain, Int. W. ERTS, 345-406, NASA.
- 3) Willow Run Laboratories, 1971: Summaries 7th International Symposium on Remote Sensing of Environment. May 17-21, 1971, pp. 218. Willow Run Lab. Univ. of Mich. Ann Arbor, Michigan U.S.A.
- 4) MSC, NASA, 1970: Earth Resources Program Synopsis of Activity. NASA.