

7. その他の現象の事例

7.1. 海氷

日本付近の海氷域は、主にオホーツク海と間宮海峡付近で観測される。海氷の反射強度は雲と同程度で可視画像では明灰色～灰色にみえる。オホーツク海北部は高緯度に位置し太陽高度角が小さいため、海氷からの反射はやや少なく灰色にみえる。海氷域は下層雲と見誤ることがあるが、下層雲に比べ移動速度が極めて遅いため、動画により容易に識別できる。

図 7-1-1 及び図 7-1-2 は、オホーツク海にみられる海氷の例である。図 7-1-1 の可視画像ではサハリンの東海上や北海道の北東方面に海氷がみられる。一方、同時刻に観測された図 7-1-2 の赤外画像 (B13) では、周りの海面水温との温度差が小さいため、海氷と海面との区別は難しい。

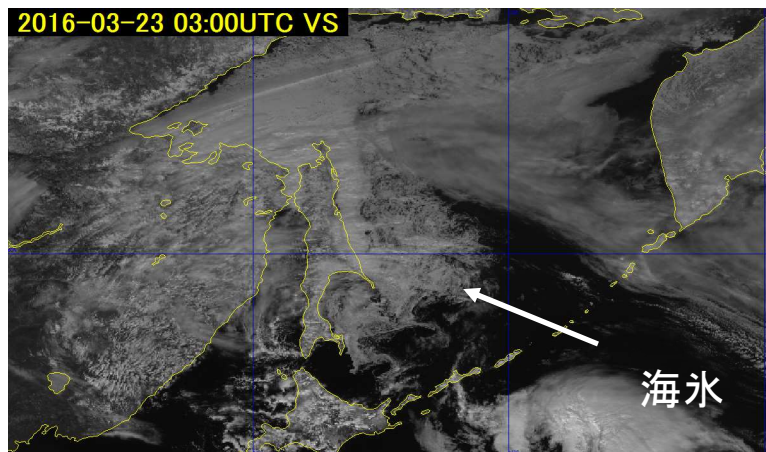


図 7-1-1 可視画像 (B03) (2016年3月23日03UTC)

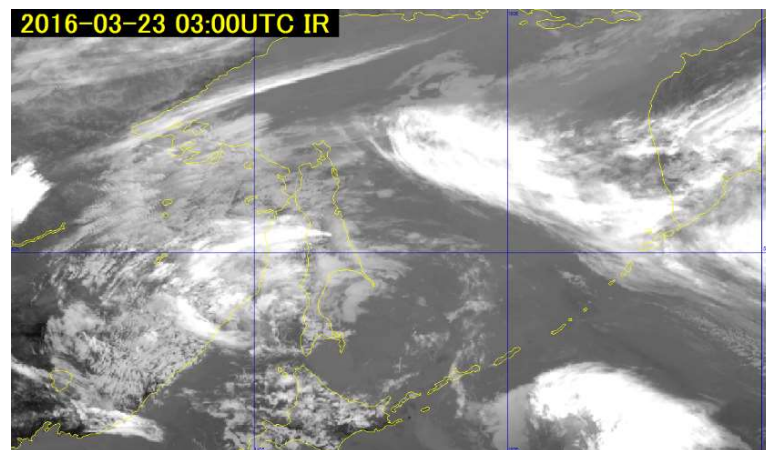


図 7-1-2 赤外画像 (B13) (2016年3月23日03UTC)

図 7-1-3 に 2016 年 3 月 23 日 05UTC の Natural color RGB 合成画像を示した。知床半島の北の海上には、直径が 15km 程度の「海氷の渦巻」があり、ひまわり 8 号の衛星画像でその様子が捉えられている。ひまわり 8 号の Natural color RGB 合成画像では、海氷は青みがかった色に表示され、雲との区別が付きやすい。この渦模様は、海面に浮いた流氷が潮流や風に流され、渦巻の形状となって現れたと考えられる。渦は巨大なため洋上や陸からは、その全体像を見ることはできないが、航空機や人工衛星による観測ではその様子がよくわかる。

衛星画像からは「全般海氷情報」などの情報も作成されており、船舶の安全航行に役立っている。

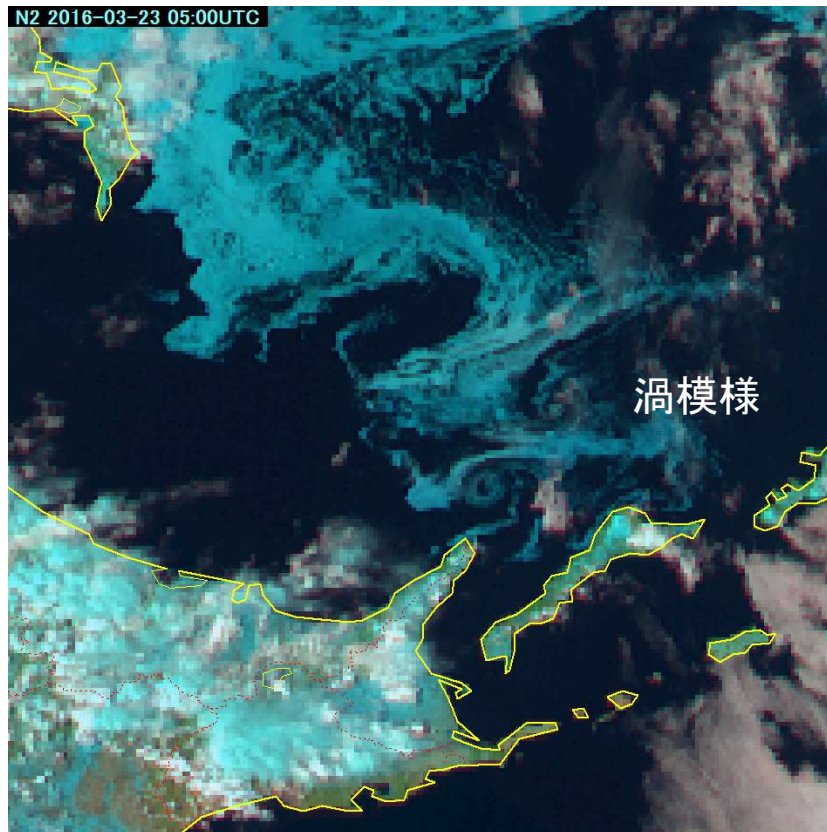


図 7-1-3 Natural color RGB 合成画像 (2016年3月23日05UTC)

7.2. 積雪

積雪は、可視画像 (B03) では太陽光反射の強度が大きいため、白色域として表示される。一方、赤外面像では積雪域とその周辺との温度差が小さいことが多く、積雪域の識別は難しい。可視画像の積雪域は表面が比較的滑らかに見え、同じような様相が長時間続くため、数日間の可視画像の変化から雲域と積雪域との識別ができる。

図 7-2-1 は、2016年1月19日03UTCの可視画像 (B03) である。関東地方は概ね晴れており、東京・埼玉・茨城・群馬・栃木に跨る白く見える領域が積雪域である。可視画像では、積雪も雲も白く表示されるので、静止画からは積雪域と雲域を区別するのは難しい。

図 7-2-2 に同時刻の赤外面像を示した。この画像でも、積雪域と周辺の温度差が小さいため、積雪域と雲域は区別できない。

図 7-2-3 には、同時刻の Natural color RGB 合成画像を示した。この画像は2種類の近赤外面像と可視画像を用いて作成されている。バンド 05 (観測波長: $1.6\mu\text{m}$) の近赤外バンドでは、水と氷で太陽光の反射強度が異なる (氷の反射強度は水より小さい) ことから、水と氷の判別が可能である。Natural color RGB 合成画像では、氷晶から構成される上層雲、積雪域、海氷など雪や氷の状態のものはシアン色に表示されるので、積雪域の識別ができる。

なお植生は緑色、陸地の地面は茶色、水の粒からできた雲や霧は白色に表示される。

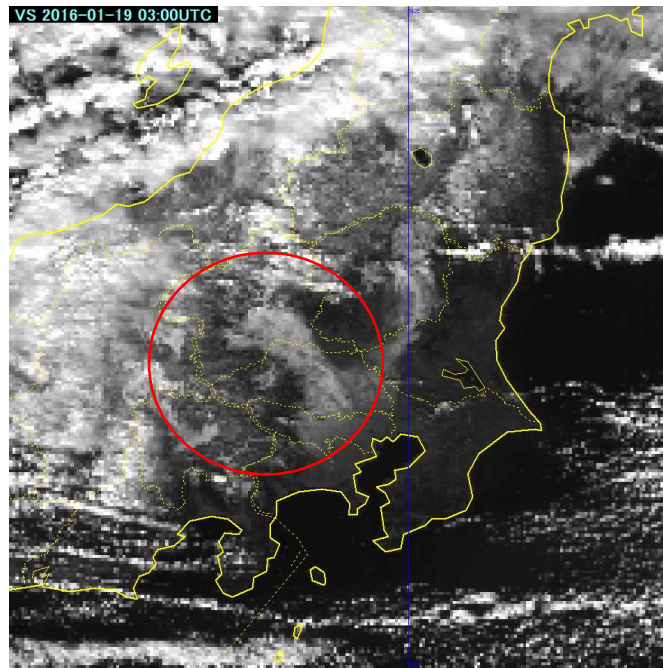


図 7-2-1 可視画像 (B03) (2016年1月19日03UTC)

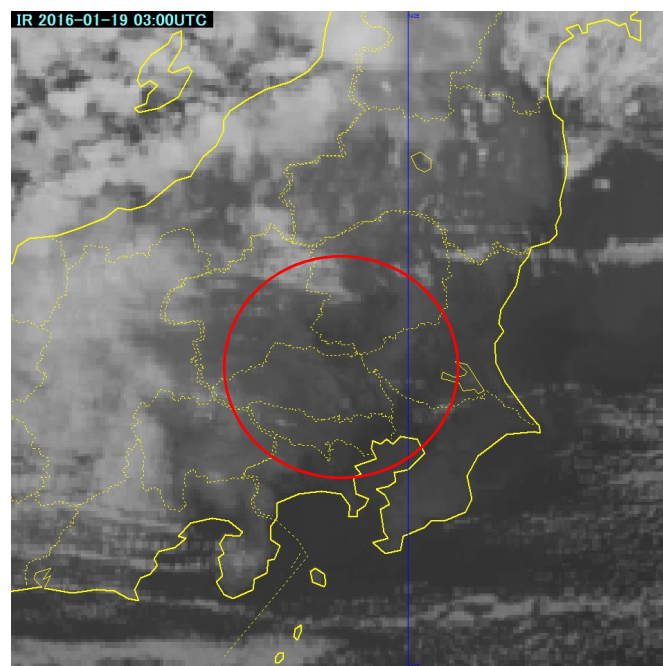


図 7-2-2 赤外画像 (B13) (2016年1月19日03UTC)

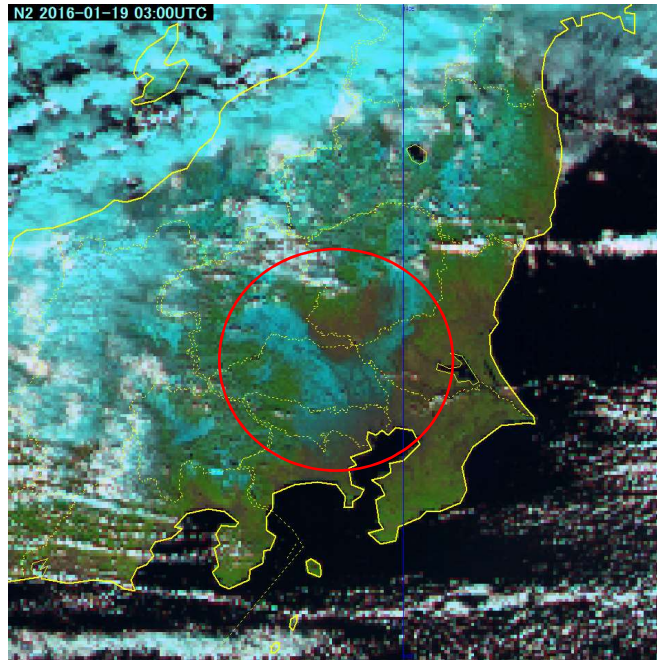


図 7-2-3 Natural color RGB 合成画像 (2016年1月19日03UTC)

7.3. 黄砂

黄砂は、中国奥地のタクラマカン砂漠やゴビ砂漠等で発生し、拡散しながら大気の流れにより運ばれて移動してくる。図 7-3-1～7-3-4 は、2015 年 6 月 9 日 09:30UTC のひまわり 8 号による画像である。ゴビ砂漠付近で低気圧が発達し、その強風のため土壌が巻き上げられている様子が確認できる。図 7-3-1 の可視画像 (B03) では画像中央付近で巻き上げられた土壌は灰色に表示されているが、図 7-3-2 の True color RGB 合成画像や図 7-3-3 の Natural color RGB 合成画像では茶色に表示されている。また黄砂の監視を目的に作成された Dust RGB 合成画像 (図 7-3-4) ではマゼンタ色に表示され、拡散しながら風に流されているのがよくわかる。

図 7-3-5～7-3-8 は黄砂が日本付近まで運ばれて来た時の事例 (2016 年 3 月 7 日 03UTC) である。図 7-3-5 は可視画像 (B03)、図 7-3-6 は True color RGB 合成画像、図 7-3-7 は Natural color RGB 合成画像、図 7-3-8 は、Dust RGB 合成画像である。Dust RGB 合成画像ではマゼンタ色に表示された黄砂の様子がよくわかる。

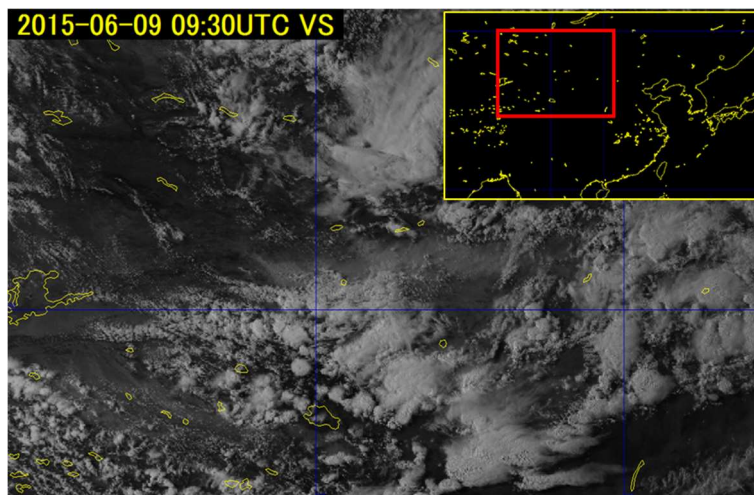


図 7-3-1 可視画像(B03) 2015年6月9日 09:30UTC および画像の領域(右上枠内)

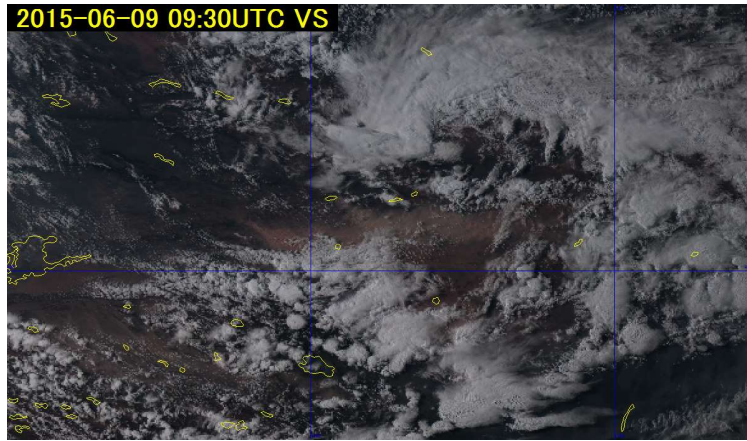


図 7-3-2 True color RGB 合成画像 2015年6月9日 09:30UTC

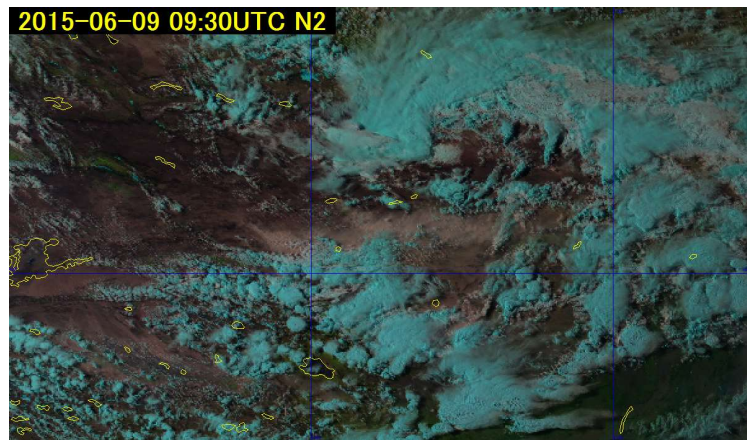


図 7-3-3 Natural color RGB 合成画像 2015年6月9日 09:30UTC

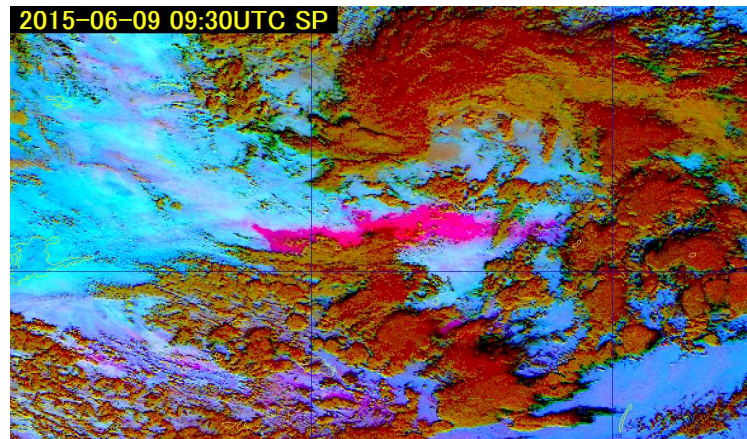


図 7-3-4 Dust RGB 合成画像 2015年6月9日 09:30UTC

7. その他の現象の事例

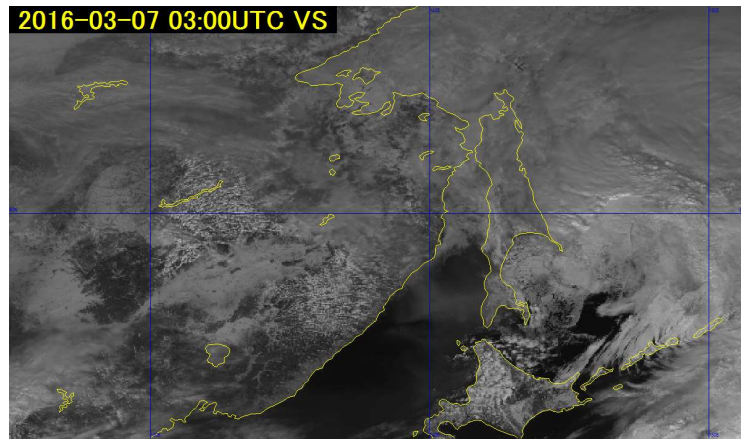


図 7-3-5 可視画像(B03) 2016年3月7日 03:00UTC

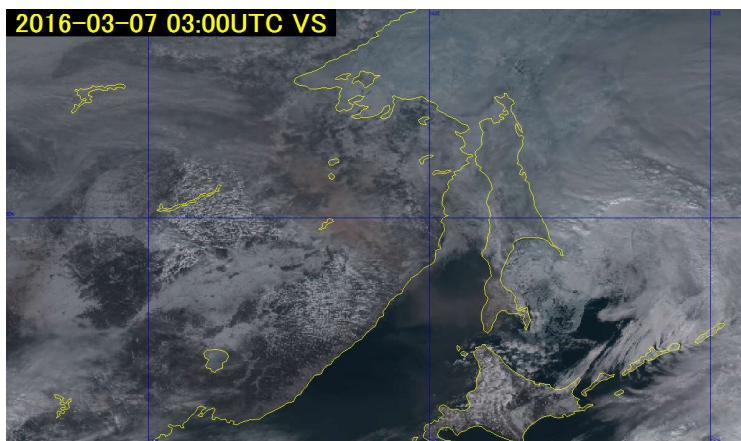


図 7-3-6 True color RGB 合成画像 2016年3月7日 03:00UTC

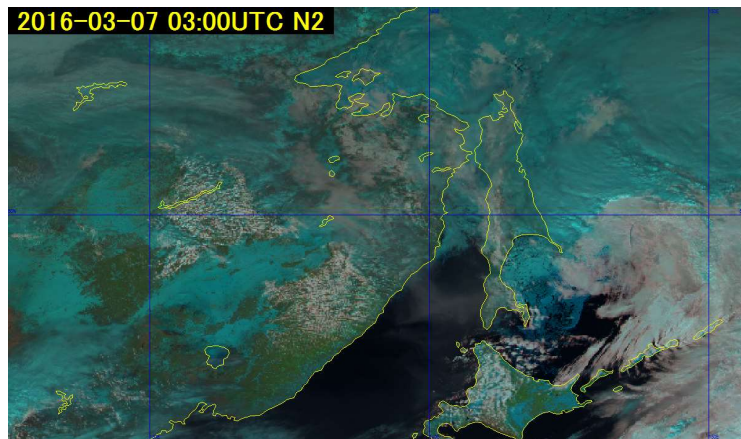


図 7-3-7 Natural color RGB 合成画像 2016年3月7日 03:00UTC

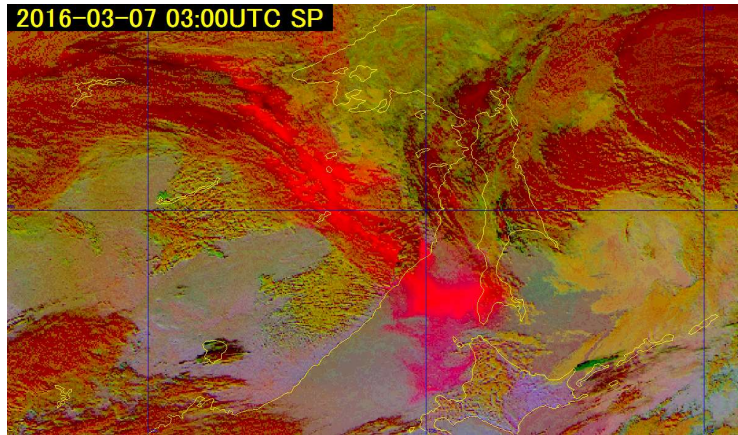


図 7-3-8 Dust RGB 合成画像 2016 年 3 月 7 日 03:00UTC

7.4. 火山噴火

火山が噴火すると、人体に有害な火山灰や火山ガスを含んだ雲が形成され、噴煙となり風により周囲に広がっていく。この噴煙に含まれる火山灰は航空機のエンジンに悪影響を与えるため、噴火後の噴煙の動きを把握することは航空機の運航に非常に重要となる。ひまわり 8 号では複数のバンドを組み合わせることで、火山灰や火山ガスの動きを把握することが可能である。

図 7-4-1 は口永良部島の噴火の例で、2015 年 5 月 29 日 02:10UTC の True color 再現画像である。単色の可視画像では周辺の雲との区別が難しいが、複数の可視画像を組み合わせることで茶色がかった噴煙が口永良部島の西方向と東南東方向に広がっている様子が確認できる。

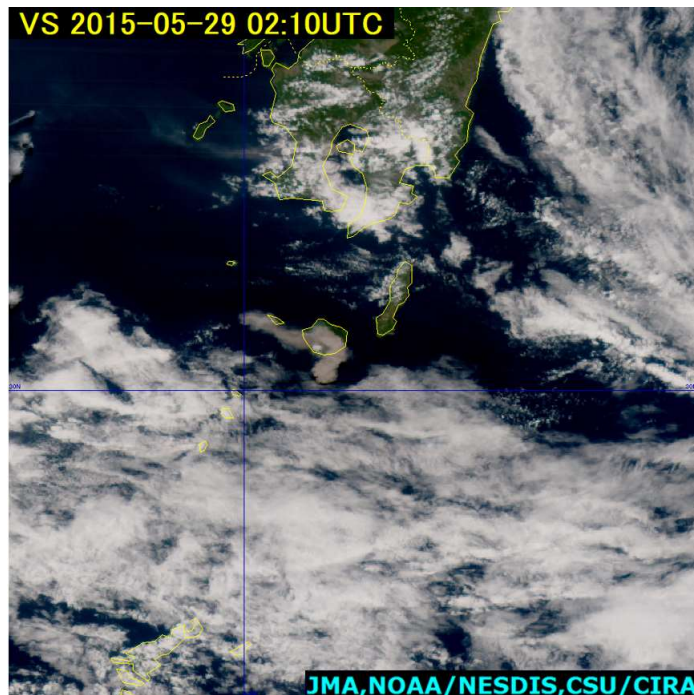


図 7-4-1 True color 再現画像 2015 年 5 月 29 日 02:10UTC

図 7-4-2 は火山灰や火山ガスを判別しやすくするための Ash RGB 合成画像である。火山灰があると温度が低くなる B13-B15 の差分画像（図 7-4-3）と火山ガスがあると温度が低くなる B13-B11 の差分画像（図 7-4-4）を組み合わせで作成している。Ash RGB 画像では火山灰がマゼンタ色、火山ガスが黄緑

色、両方あると黄色に見えるようになる。口永良部島の噴火では火山灰・火山ガス両方が見えていることがわかる。

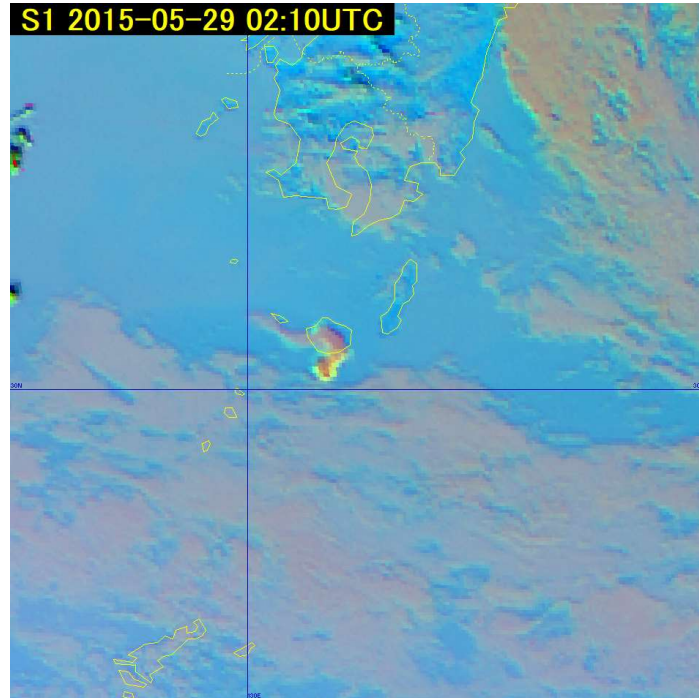


図 7-4-2 Ash RGB 合成画像 2015 年 5 月 29 日 02:10UTC

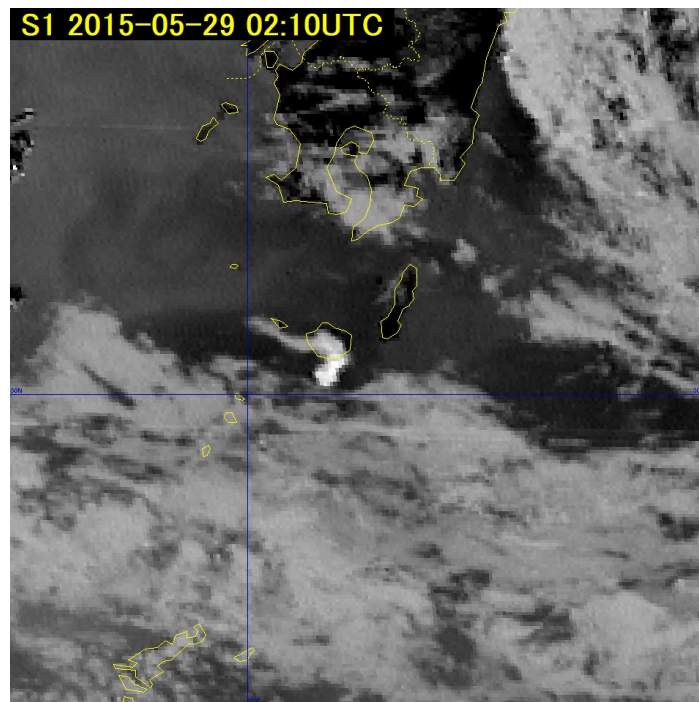


図 7-4-3 B13-B15 差分画像 2015 年 5 月 29 日 02:10UTC

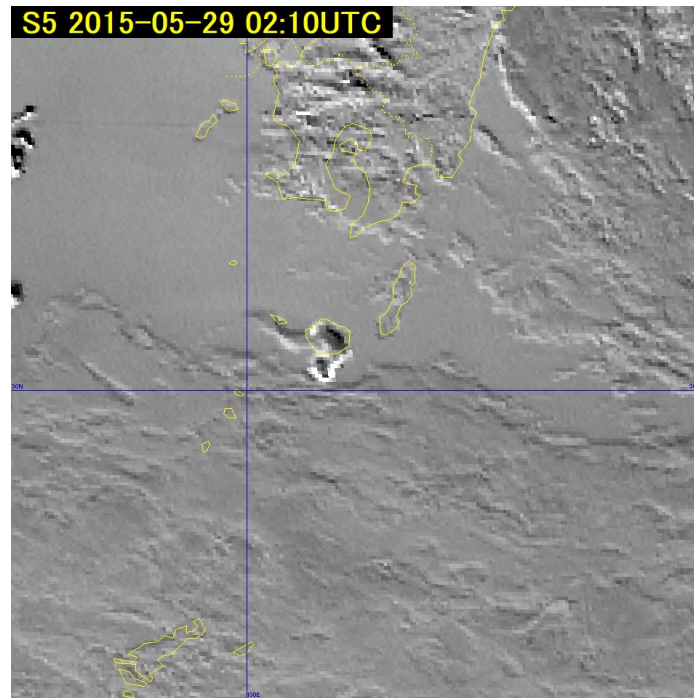


図 7-4-4 B13-B11 差分画像 2015 年 5 月 29 日 02:10UTC

7.5. 森林火災と煙

一般的に、解像度や観測頻度の制限のため、小規模の森林火災を衛星画像から検出することは困難である。しかし、大規模なものになると、可視画像で見られる煙や、近赤外・赤外画像に見られるホットスポット（「1.2 各観測バンドの特徴」参照）からその火元を推定することができる。

また、可視画像には火災による煙を確認できることもある。煙は広範囲に広がるとベール状となり、陸上や海上が透けて見える。一方、赤外画像では、煙はほとんど赤外放射の吸収に影響しないため確認できない。これらの特性を利用して煙を雲と識別することが可能である。

2016 年 4 月 30 日 07UTC のシベリアの火災の事例を紹介する。True color 再現画像中（図 7-5-1 左上）、四角で囲った範囲には一部地表面が透けた灰色の領域を見ることができる。これは赤外画像（B13）（図 7-5-1 右上）では確認されない。さらに、赤外画像（B07）（図 7-5-1 左下）では、赤外画像（B13）では確認できなかった火災のホットスポットとみられる黒い点を多数確認できる。このことから、（True color 再現画像に見られる灰色の領域は火災の煙であると推測できる。

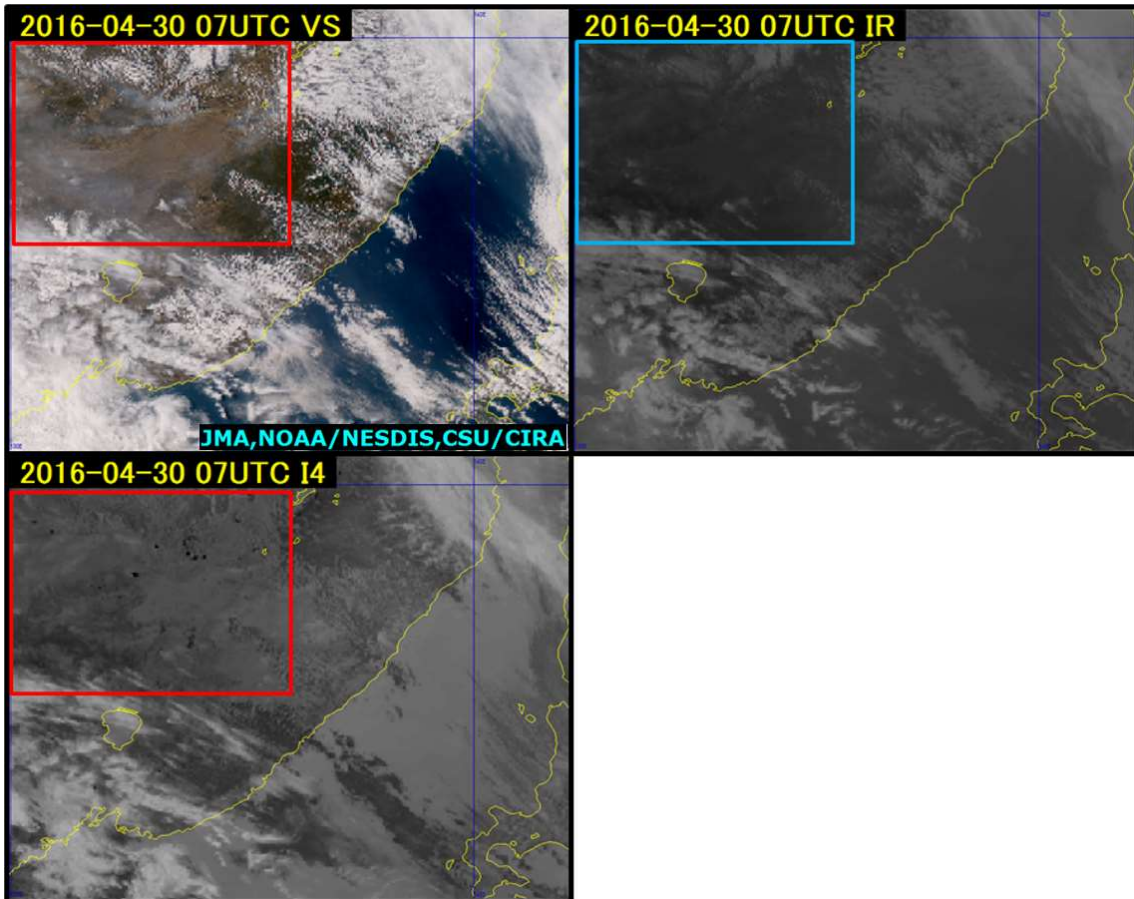


図 7-5-1 シベリアの火災 (2016年4月30日07UTC)
 (左上) True color 再現画像、(右上) 赤外画像 (B13)、(左下) 赤外画像 (B07)

シベリアの火災の煙は日本に到達することもある。2016年5月18日06UTCの事例を紹介する。True color 再現画像 (図 7-5-2 左) には、赤外画像 (図 7-5-2 右) に写っていない白色の領域が表示されており、日本海に見られる下層雲域の形状・色とも異なっていることから火災の煙であると推測できる。煙は北海道・日本海から北陸にかけて広がっている。また、煙の動きは MSM 850hPa 風向・風速とおおよそ一致している。

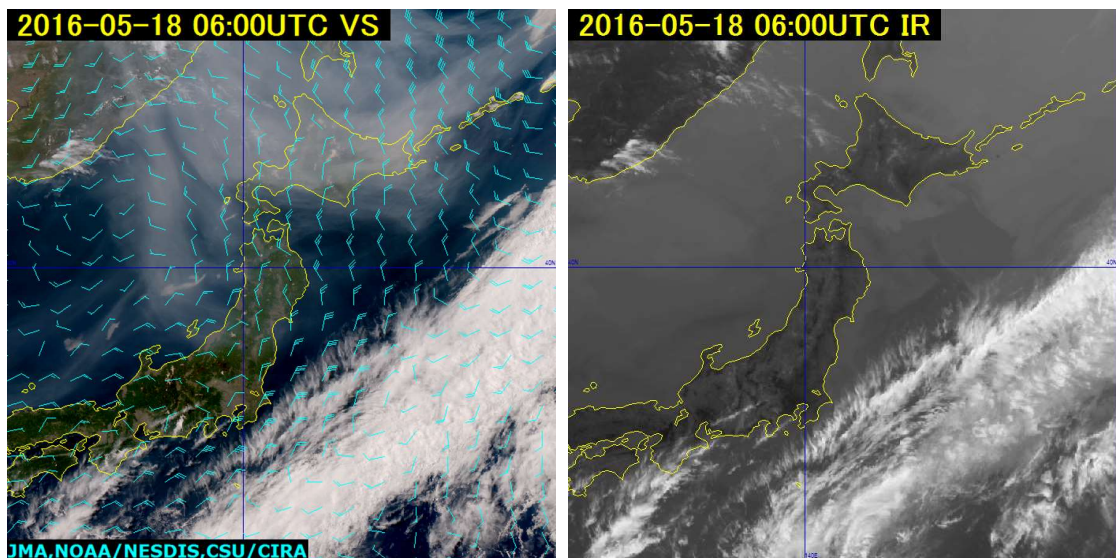


図 7-5-2 True color 再現画像、MSM850hPa 面の風 (左)、赤外画像 (B13) (右) (2016年5月18日06UTC)

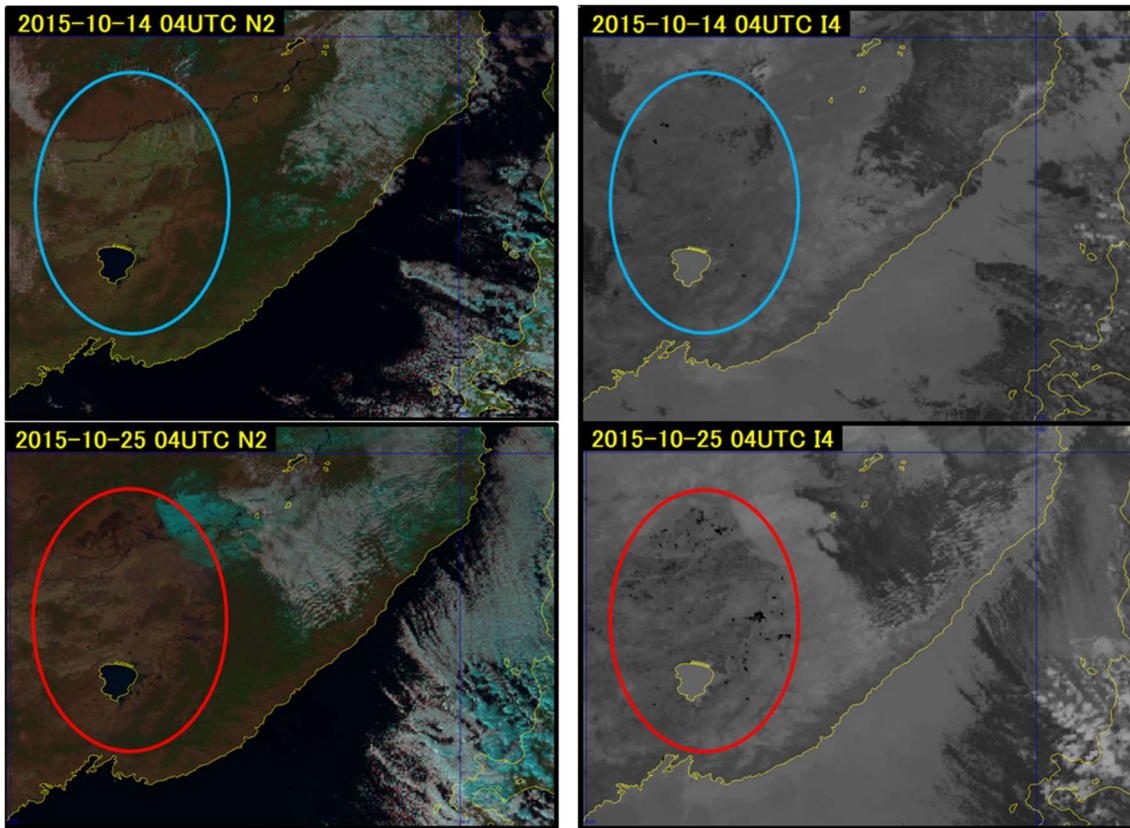


図 7-5-3 ハンカ湖付近の火災 Natural color RGB 合成画像（左列）、赤外画像（B07）（右列）（2015 年 10 月 14 日 04UTC）

植生の変化から延焼範囲を推定することも可能である。図 7-5-3 に中国大陸北東部・ハンカ湖付近の火災の変化を示した。10 月 25 日の Natural color RGB 合成画像（図 7-5-3 左列）では、円内の北側と東側に 14 日には見られなかった濃い茶色の領域を確認できる。赤外画像（B07）（図 7-5-3 右列）を比較すると 10 月 25 日にはハンカ湖の周辺に 10 月 14 日より多くのホットスポット（黒い点）を確認できる。濃い茶色の領域付近にホットスポットを多数確認できることから、濃い茶色の領域は火災の跡であると推測できる。

インドネシアでは毎年乾季になると森林火災が長期にわたって続く。特に 2015 年の夏から数ヶ月間はインドネシア各地で森林火災が発生した。このような大規模な森林火災の煙は衛星画像でも数ヶ月にわたって確認できる。

True color RGB 合成画像（図 7-5-4 左）ではボルネオ島からスマトラ島にかけて薄い茶色の領域を確認できる。赤外画像（B13）（図 7-5-4 右）ではこの領域を識別できないため、薄い茶色の領域は森林火災の煙であると推測できる。

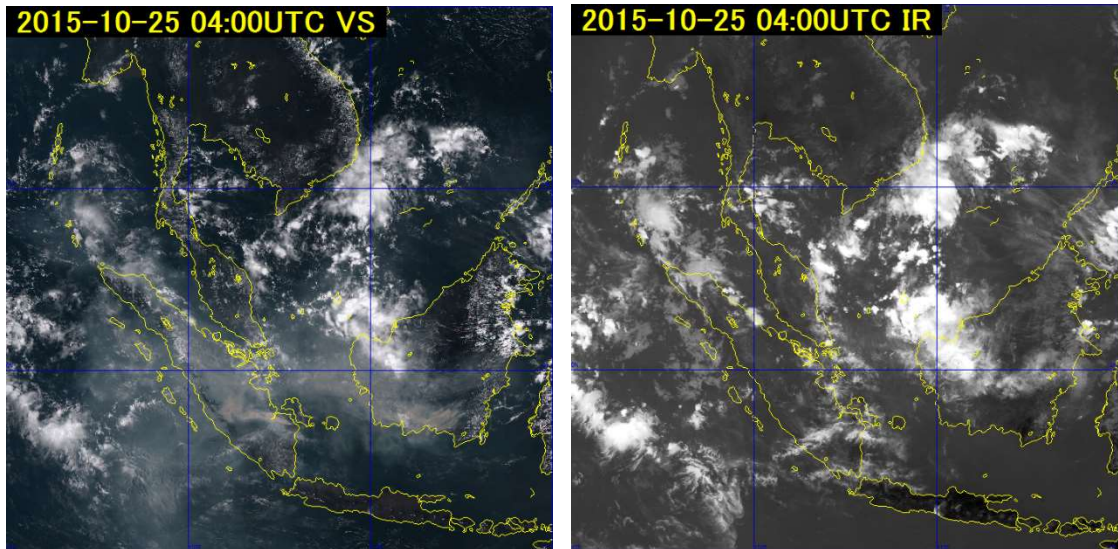


図 7-5-4 インドネシアの火災 True color RGB 合成画像 (左)、赤外画像 (B13) (右) (2015 年 10 月 25 日 04UTC)

7.6. サングリント

可視・近赤外画像で、海洋や大きな湖など水面上の明るい領域をサングリント (sun glint) と呼ぶ。サングリントは水面からの太陽光の反射なので、見える位置は季節及び時刻により異なる。

サングリントの大きさは太陽・地球・衛星の位置関係によって変化する。南北方向は 30km 程度で大きな変化はないが、東西方向では 40~120km 程度の大きさで変化する。また、水面の状態でサングリントの大きさや反射の強さが変化し、風が穏やかで波が立っていない水面ではサングリントは小さい。一方、風が強く波立っている水面ではサングリントは大きく暗くなる。つまり、サングリントを通して水面の状態がわかる。

図 7-6-1 にサングリントのメカニズムを示す。静かな水面は鏡と同じ役割を果たし、B地点では水面の反射により太陽光は衛星のセンサーに直接入射する。一方、A地点では、太陽光による反射は衛星のセンサーに直接入力しない。つまり、衛星はB地点において太陽光による反射を直接見ることであり、可視画像では最も明るい領域 (サングリント) として見える。サングリントは 1 日の中で、画像の上では東から西へ動く。また季節的には東経 140°付近において中心が北緯 11.75°から南緯 11.75°の間を移動する。

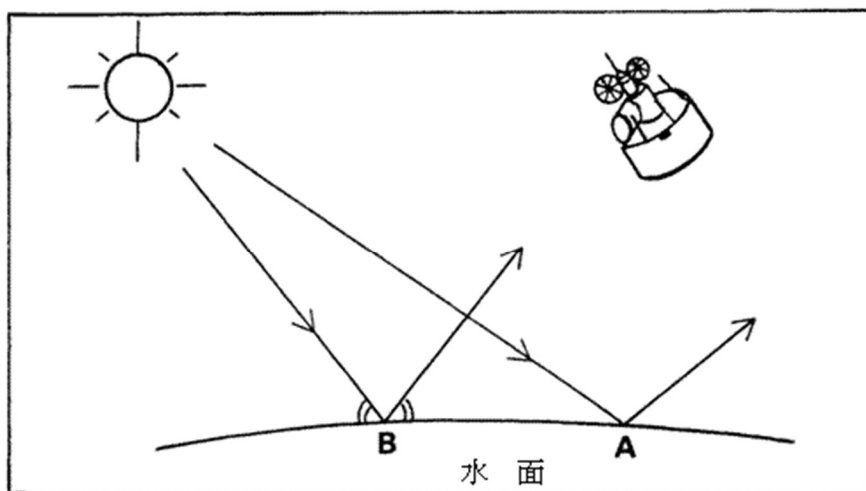


図 7-6-1 サングリントのメカニズム (実線矢印：太陽光線 記号：本文参照)

図 7-6-2 の可視画像 (B03) を見ると、北緯 10°、東経 150°付近 (図中矢印) に光り輝いている部分がある。これがサングリントである。図のようにサングリントが小さく明るいときは、この付近の海面が穏やかであると推測できる。画像の観測時刻が7月の午前 10 時過ぎ (日本時間) であるので、サングリントの位置は北半球側の東経 150°付近にある。図 7-6-3 は同じ時刻の True color RGB 合成画像で、海面に明るく輝くサングリントの様子がよくわかる。

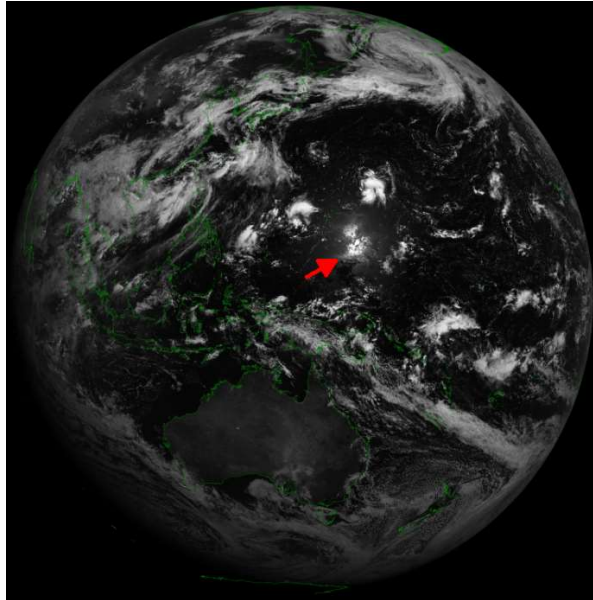


図 7-6-2 可視画像 (B03) 2015 年 7 月 19 日 01:20UTC

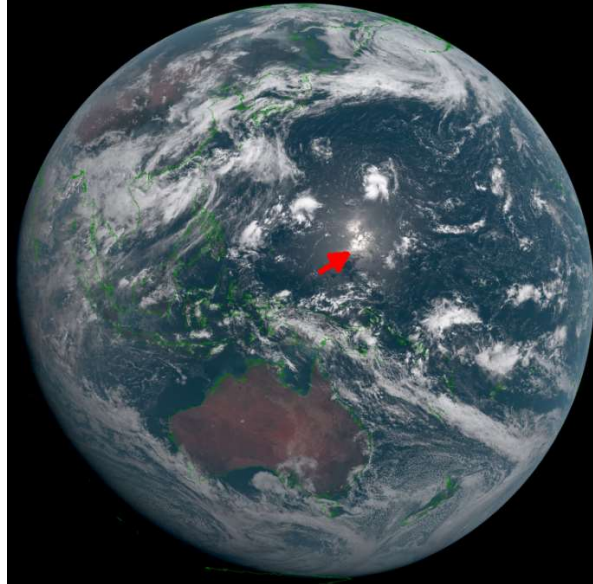


図 7-6-3 True color RGB 合成画像 2015 年 7 月 19 日 01:20UTC

12月になると、サングリントの位置は図 7-6-4 のように季節が夏の南半球側にあり、観測時刻が午前 9 時前 (日本時間) であるため、南緯 10 度、東経 160 度あたりに見られる (図中矢印)。図 7-6-5 は、同じ時刻の True color RGB 合成画像で、可視画像 (B03) と同様に南半球側にサングリントを確認できる。

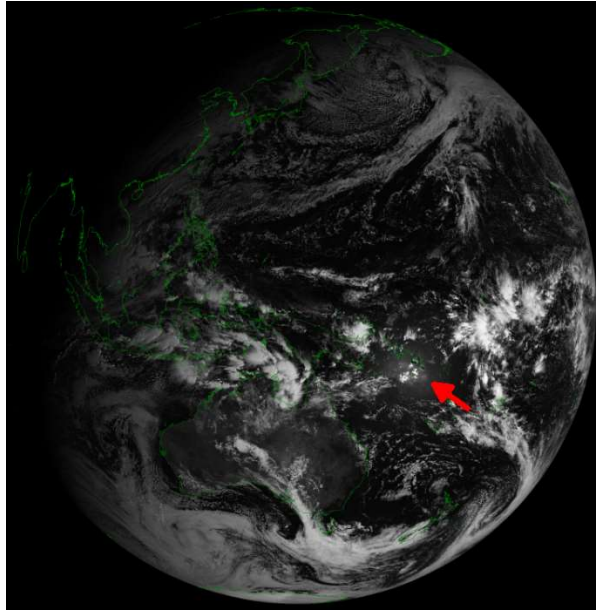


図 7-6-4 可視画像 (B03) 2015年12月19日 23:40UTC

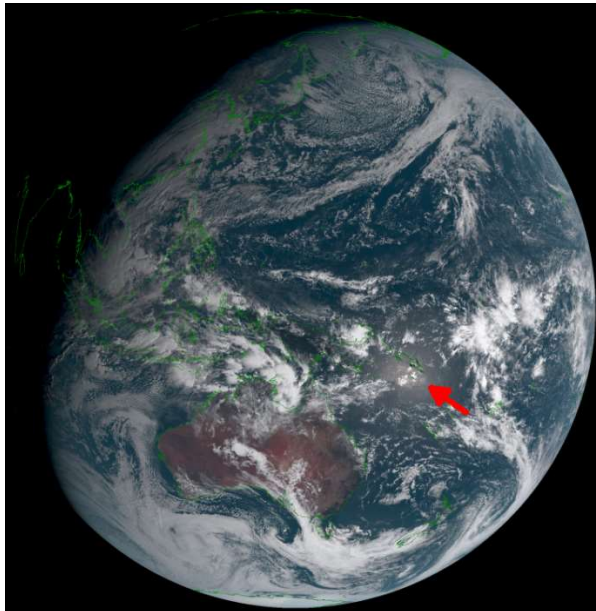


図 7-6-5 True color RGB 合成画像 2015年12月19日 23:40UTC

(参考文献)

E. G. Emecen, G. Kara, F. Erdoğan and R. Gardashov, 2005: The Determination of Sun glint Locations on the Ocean Surface by Observation from Geostationary Satellites, TAO, Vol. 17, No. 1, 253-261., available at http://tao.cgu.org.tw/index.php/articles/archive/space-science/item/download/643_35eeb72969bfb86f14dfd41a0317dbbd

7.7. 日食

日食は地上からでは天候や位置に影響されるため、毎回観測することは難しい。しかし、静止気象衛星では観測範囲内に投影される月の影を必ず観測できる。

図 7-7-1 は 2016 年 3 月 9 日 02UTC の True color RGB 合成画像である。太平洋上に周囲より黒い部分がある。これが地球に映った「月の影」である。地上からの観測とは逆に、広範囲に雲が分布しているほうが明瞭に月の影が雲に映る。

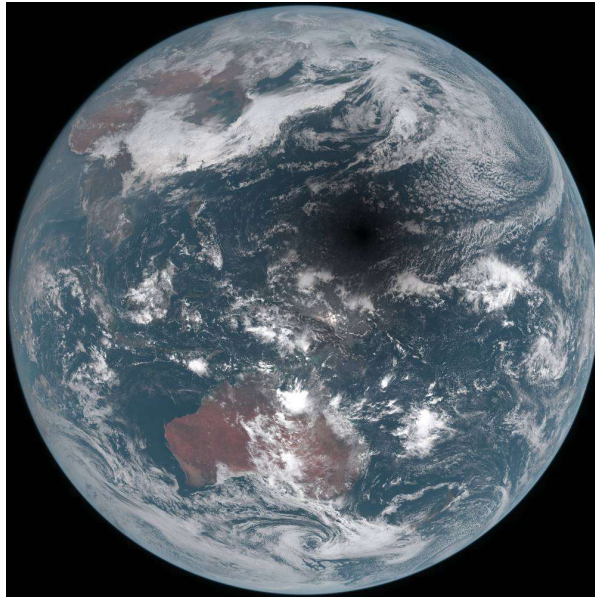


図 7-7-1 True color RGB 合成画像 2016 年 3 月 9 日 02:00UTC

影の中心を見るため、可視画像 (B03) を拡大したものが図 7-7-2 (左図) である。図 7-7-2 (右図) には反射率を等値線表示した。北緯 12°、東経 148°付近を中心として円形に輝度が減少しているため、影の中心がよく分かる。

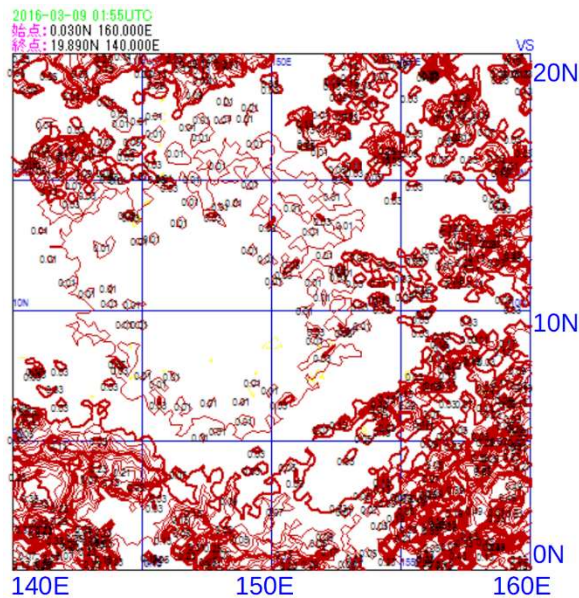


図 7-7-2 可視画像 (B03) (左)と等値線表示したもの(右) 2016 年 3 月 9 日 02UTC
反射率の低い領域が円形に広がっている様子がわかる。

図 7-7-3a～図 7-7-3c は、日食時のボルネオ島 (インドネシア側のカリマンタン) 付近を拡大した Night microphysics RGB 合成画像である。図 7-7-3a では雲域に可視光が反射しているため、Night microphysics RGB による雲判別はできない。しかし、図 7-7-3b 及び図 7-7-3c では日食により可視光が

さえぎられ、雲域が夜間と同じ色で確認できる。領域 A には降水を伴う厚い雲域(黄色い斑点混じりの
 橙色)を、領域 B には霧・下層雲(青みがかった白色)を確認できる。

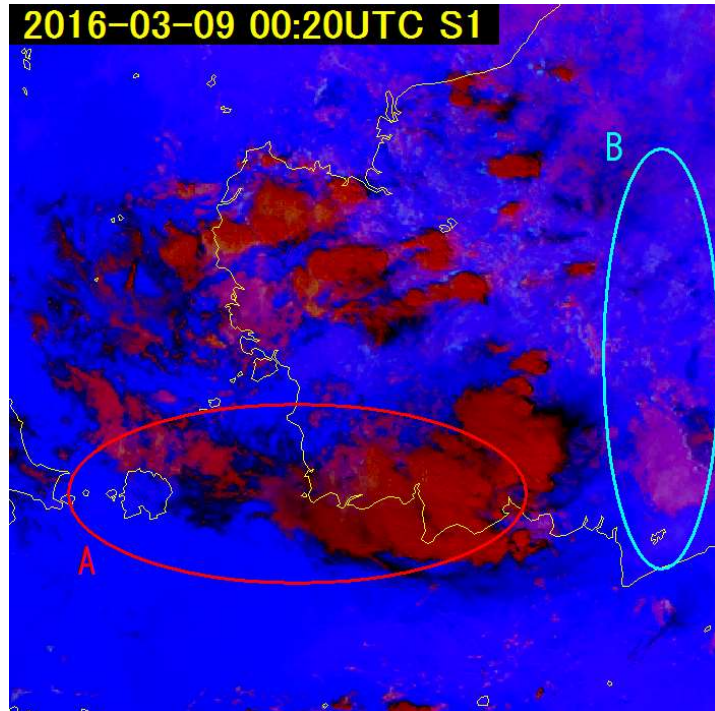


図 7-7-3a Night microphysics RGB 合成画像 2016 年 3 月 9 日 00:20UTC

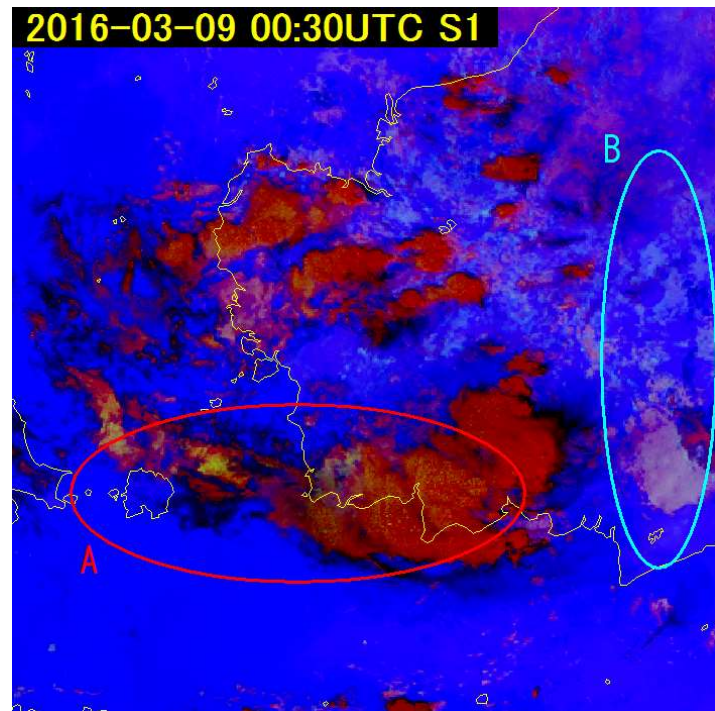


図 7-7-3b Night microphysics RGB 合成画像 2016 年 3 月 9 日 00:30UTC

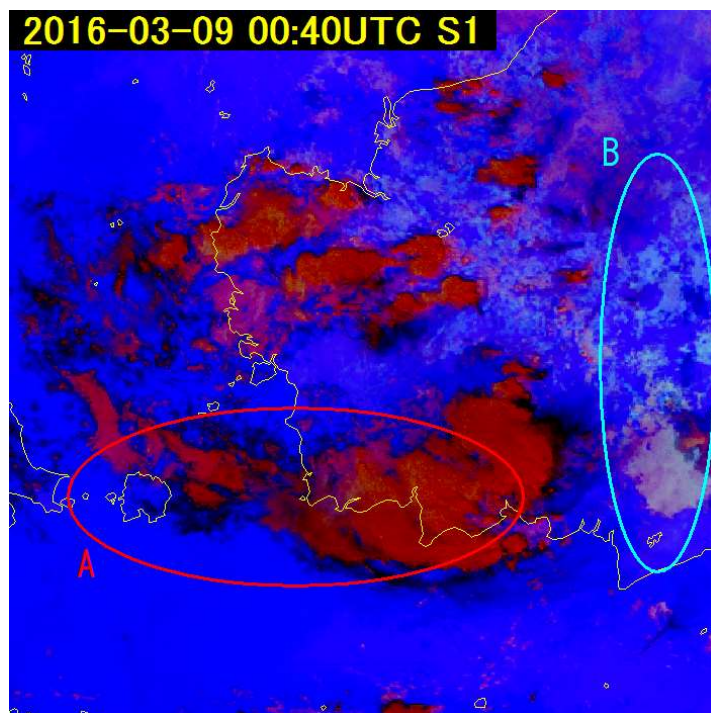


図 7-7-3c Night microphysics RGB 合成画像 2016年3月9日 00:40UTC

7. その他の現象の事例