

オーロラ覚え書

山口 協*

日本の気象観測網（毎時、8回通報観測実施官署**）で1957年2月1日からオーロラ目視観測を開始したが、以来数次のオーロラ出現をとらえた。オーロラ目視観測はIGYの観測の一環でオーロラの形態の研究（Morphology）が主目的である。日本では今まで観測網を特別に作ってオーロラを観測したことはなかったので日本でオーロラの出現分布を今度始めてとらえたことになる。そこで1957年2月1日から1958年2月28日までの間に出現したオーロラについて調査した結果をとり急ぎ報告し大方の御参考に供したい。

1. 観測の方法

オーロラの観測報告の内容の説明のためにオーロラの目視観測の方法について大略をのべる。各官署では毎時又は3時間毎に空全体を眺め、オーロラの出現か、オーロラと思われる光を空にみとめた場合に次の諸要素を観測し報告する。

(A) 出現、消滅の時刻と時間変化

(B) 方位及び高度（角度の度単位で経緯儀を用いて測定するか又は目視による）

(C) 明るさ（4階級***にわけ観測；1：銀河の明るさ、2：月明時の巻雲の明るさ、3：月明時の積雲の明るさ、4：3よりも明るい）

(D) 型****

(E) 色

(F) 脈動（パルセーション）の有無とその周期

第1, 2, 3図に示した報告用名にこれらの観測要素を記入する。

2. オーロラの観測記録

1957年2月1日から1958年2月28日までの期間にオーロラは1957年3月2日、6月20日、7月5日、7月6日、9月13日、9月21日、1958年2月11日の夜に出現した。この中、3月2日、9月13日、2月11日のものは広範囲

* 気象庁観測部測候課

** 現在は毎時通報官署28, 8回通報官署40である。ただし北海道では全官署がオーロラ目視観測を実施している。

*** 明るさの4階級は気象官署では決めにくいという報告が多い。

**** 測候時報第24巻第6号に「オーロラ目視観測」として詳述した。

で観測され確実にオーロラである。7月5日と9月21日のものも多分オーロラと思われるが観測した地点が一点だけで確度は前記よりややおちる。又6月20日、7月6日のものは疑わしい。第1表にその一覧表をあげた。表中確度は1：確実、2：オーロラと思われる、3：不確実、検討を必要とする、の意味である。

3月2日、9月13日、2月11日のオーロラについてその観測状況を概報する。

(1) 3月2日のオーロラ

このオーロラは北海道のオホーツク海沿岸地方と日本海側の各地及び岩手県久慈市で観測された（第11図のIで示した区域）。各地の観測記録は第2表のとおりで、第1図に北見枝阜測候所の観測報告を示した。東京天文台では2月28日、3月1日、2日にそれぞれ太陽面爆発現象を観測したのでこれに起因するオーロラである。

気象官署以外では、利尻、礼文、焼尻、余市、銭函、鬼志別、歌登、浜頓別、興部、和寒、久慈（岩手県）で観測しているが内容は略す。

(2) 9月13日のオーロラ

3月2日のオーロラと比べてやや多い官署で観測したオーロラで、北海道西半分以外に報告がない（第12図のIIで示した区域）。各地の観測報告は第3表のとおりで、第2図に稚内地方気象台の観測を示した。9月13日は曇天のために東京天文台の太陽面の観測は不能であったが磁気嵐が数年に2, 3回位という大規模なものであり、13日から後の太陽活動は非常に活潑になっているので、太陽面爆発か、太陽の大黒点の出現がこのオーロラの原因になったことが推定される（第7図参照）。IGY警報センターでは警報をだしていた。

気象官署では、浜益、長万部、昆布、余市、苫小牧で目撃した人があった報告を集めている。

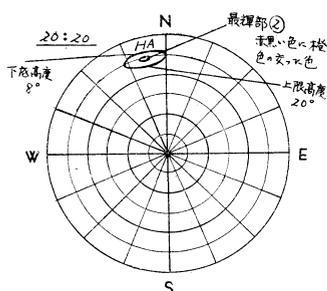
第1表 1957年2月～1958年2月に出現したオーロラ

観測日時	観測地点	出現及び消滅時刻	型	色	確度	備考
1957.3. 2.	北見枝幸, 雄武, 紋別, 礼文島*, 利尻島*, その他*	20時—21時	DS HA	淡紅色 暗赤色	1	柿岡地磁気観測所では磁気嵐(水平分力の最大較差 2947**)を1日06時—3日22時に記録.
1957.6. 20.	森	20時45分—21時05分	DS	乳白色	3	柿岡地磁気観測所では磁気嵐を記録していない.
1957.7. 5.	礼文島*	20時10分—21時	RB	淡紅色	2	柿岡地磁気観測所では磁気嵐(水平分力の最大較差 1567**)を5日09時—5日24時に記録. 線状構造の色は黄色.
1957.7. 6.	旭川*	20時05分—20時10分	不明	赤に黄をおびる	3	柿岡地磁気観測所では磁気嵐を記録していない. 旭川地方気象台では観測しない.
1957.9. 13.	稚内, 旭川, 留萌, 岩見沢, 小樽, 寿都, 森, 浜益*, その他*	19時—21時30分	HA	淡紅色 暗赤色	1	柿岡地磁気観測所では磁気嵐(水平分力の最大較差 5707**)を13日09時—15日01時に記録.
1957.9. 21.	寿都	22時50分—23時08分	HA	淡紅色	2	柿岡地磁気観測所では磁気嵐(水平分力の最大較差 1527**)を21日19時—23時に記録.
1958.2. 11.	網走, 浦河, 旭川, 岩見沢, 秋田, 酒田, 新潟, 相川, 輪島, 長野, 大田原, その他*	18時20分—23時	HA RB	淡紅色 暗赤色	1	柿岡地磁気観測所では磁気嵐(水平分力の最大較差 6007以上**)を11日10時—12日12時に記録.

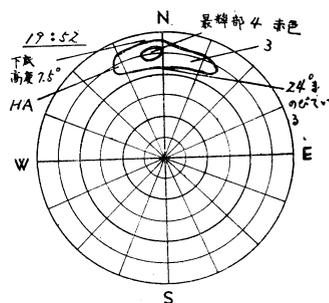
(* 気象官署以外の報告によるもの.
**) 磁気じょう乱については通常K示数を用いているがここでは水平分力の最大較差をもってこれに代えた.)

第2表 3月2日のオーロラ観測表

観測地点	時刻		オーロラの		最輝部の		型	明るさ	色	備考
	出現	消滅	方位	高度	方位	高度				
北見枝幸	20h15m	20h50m	335°—360°	8°—20°	345°	15°	HA	2	赤黒い色に橙色がまざった色	白い縞が5, 6本 20h15mより前にあった.
雄武	20h35m	20h50m	320°—015°	10°—20°	—	—	DS	1× $\frac{1}{2}$	淡紅色	発見したのがおそく出現, 消滅時刻は不明.
紋別	22h40m	23h頃	340°—040°	8°以下	360°	5°	DS	1× $\frac{1}{2}$	暗赤色	型はGかもしれない.



第1図 1957年3月2日20時20分
北見枝幸測候所の観測



第2図 1957年9月13日19時20分
稚内地方気象台の観測

(3) 2月11日のオーロラ

好晴に恵まれ非常な広範囲でこのオーロラが観測された(第11図のⅢで示した区域). 各官署の報告の要点は

第4表に示した. IGY警報センターでは9日から12日までオーロラ出現の可能性の警報をだしたが, 東京天文台でも太陽に大黒点群の出現を観測した.

第3表 3月2日のオーロラ観測表

観測地点	時刻		オーロラの		最輝部の		型	明るさ	色	備考
	出現	消滅	方位	高度	方位	高度				
稚内	19h38m	20h09m	335°—030°	7.5°—24°	350°	10°	HA	4	暗赤色	最輝時刻 19h52m
旭川	19h55m	20h35m	—	—	350°	30°	DS	2	暗赤色	
小樽	19h30m	20h40m	270°—350°	40°以下	320°	30°	HA	1× $\frac{1}{2}$	赤	最輝時刻 20h00頃下底は雲のため不明
岩見沢	19h50m	20h15m	320°—010°	9°—35°	350°	20°	HA	2× $\frac{1}{2}$	暗赤色	
寿都	18h30m	20h35m	290°—340°	3°—23°	340°	20°	HA	1×3	淡紅色	明るさは2以上
留萌	19h10m	22h05m	330°—045°	25°—55°	360°	35°	HA	2	赤色	最輝部はN→NEへ移動
森	—	20h20m	320°—360°	28°以下	330°	15°	DS	4	赤黄色	下底は不明

第4表 2月11日のオーロラ観測表

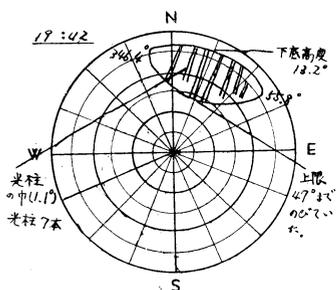
観測地点	時刻		オーロラの		最輝部の		型	明るさ	色	備考
	出現	消滅	方位	高度	方位	高度				
網走	18h20m	23h05m	322°—063°	13.2°—47°	変動多	変動多	G→HA →RB→G	4	暗赤色	光柱(幅1.1°)7本出現,最輝時刻19h42m,脈動周期1分
苫小牧	19h50m	20h36m	330°—028°	8°—27°	340°	10°	HA→PA	1× $\frac{1}{2}$	暗赤紫色	脈動周期1分
旭川	18h40m	22h15m	320°—050°	45°以下	不明	不明	DS	2× $\frac{1}{2}$	暗赤色	下限モヤのため不明
倶知安	21h25m	22h15m	315°—065°	45°以下	020°	20°	HA	1× $\frac{1}{2}$	淡紅色	下限雲のため不明
岩見沢	19h14m	19h57m	340°—020°	15°—45°	不明	不明	RA	2× $\frac{1}{2}$	暗赤色	光柱1本観測 脈動周期不明 最輝時刻19h33m
浦河	18h30m	21h30m	350°—030°	27°以下	020°	17°	HA	2× $\frac{1}{2}$	暗赤色	下限山のため不明 雲の間で出現したため確認してない時間がある。
秋用	18h20m	23h00m	310°—050°	32°以下	不明	不明	HA	1	暗赤色	下限林のため不明
酒田	19h20m	20h40m	330°—030°	1°—20°	不明	不明	PA	1× $\frac{1}{2}$	暗赤色	脈動周期1分～2分
若松	19h55m	21h00m	325°—045°	4°—20°	015°	10°	PA	2	淡紅色	脈動周期1分
新潟	18h30m	20h40m	340°—020°	15°以下	不明	不明	HB→PB	1	赤紫色	下限町のネオンのため不明,光柱3本出現
相川	19h10m	20h40m	330°—030°	20°以下	変動多	変動多	HA→R →HA	2	赤紫色	光柱2本出現,下限は不明,22h45mに弱い光をみとめたが確認できなかった。
長野	19h50m	22h10m	340°—045°	21°以下	不明	不明	HA	1× $\frac{1}{2}$	赤紫色	10分～15分間隔で明暗があった。
輪島	18h00m	18h20m	275°—020°	7°—25°	不明	不明	HA	1× $\frac{1}{2}$	淡紅色	18h00m以前に出現したのかもしれない
大田原	18h50m	20h30m	330°—030°	10°以下	360°	7°—10°	HA	2	暗紅色	最輝時刻 19h40m—19h50m

このオーロラは、非常に広範囲で観測されたこと、秋田地方気象台等で写真撮影したこと、網走地方気象台で4時間45分にわたって観測したこと等、日本オーロラ観測史上特筆すべき事項が記録されたものである。第3図は網走地方気象台の観測である。

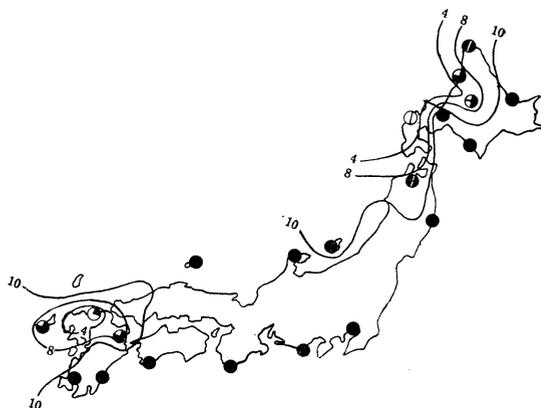
気象官署で集めることができた一般の人の報告は次の

とおりの多くにおよんだ(内容は省略)。

北海道: 銭函, 東旭川村, 紋別市汐見町, 根室花咲灯台, 標津, 標茶, 浦河附近(幌泉, 御園, 富川, 静内, 幌満, 歌笛, 旭川附近(声別, 富良野, 美瑛, 上川, 深川, 永山, 網走附近(能取岬, 斜里, 宇登呂, 清里, 北見, 美幌, 女満別), 秋田県: 北秋田郡比内町, 山形県



第3図 1958年2月11日19時42分
網走地方気象台の観測



第5図 1957年9月13日21時雲量分布図

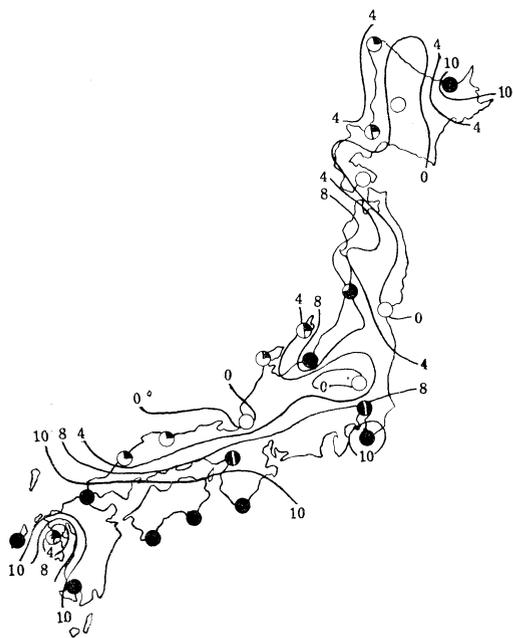
酒田附近 (飛鳥), 福島県: 若松附近 (熱海, 野沢), 会津高田, 新潟県: 佐渡 (姫崎灯台, 弾島灯台, 羽茂, 両津, 松ヶ崎), 勝木, 中条, 新発田, 赤谷, 鹿瀬, 五泉, 巻, 三条, 森町, 寺泊, 柏崎, 小千谷, 小出, 十日町, 湯沢, 直江津, 赤倉, 六日町, 根知, 茨城県: 久慈郡金砂郷村, 栃木県: 今市, 那須郡黒磯町, 石川県: 輪島市大沢町の沖2哩の海上。

3. 調査の結果

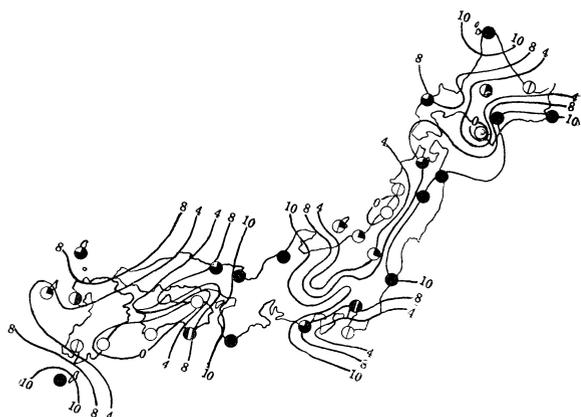
1957年3月2日, 9月13日, 1958年2月11日に出現したオーロラについて調査した結果についてのべる。

(1) オーロラの出現, 消滅時刻

3月2日のオーロラの出現時刻は北の点が早く南に向うにつれおそくなっているが, 9月13日のそれは北東から南西に向っておそくなるという傾向を示した。2月11日にはこのようなはっきりした傾向はみとめられない。第4, 5, 6図に3月2日, 9月13日, 2月11日のオーロラが出現していた時刻である21時の雲量の分布を示したが, 3月2日の雲量分布は北海道の中部に快晴の地帯



第4図 1957年3月2日21時雲量分布図



第6図 1958年2月11日21時雲量分布図

があり東端と西側一帯に雲が出現している。これは次第に西から東へ雲が減少していったために生じた分布で3月2日のオーロラの出現時刻がこの雲の変化によって北から南へ移った傾向を示すことになったと考えられる。このことは9月13日についてもはっきりみとめられる。又両日の各官署の報告には雲量が減少していった記事があり、これらから出現時刻は発見時刻とするのが正しいと思われる。

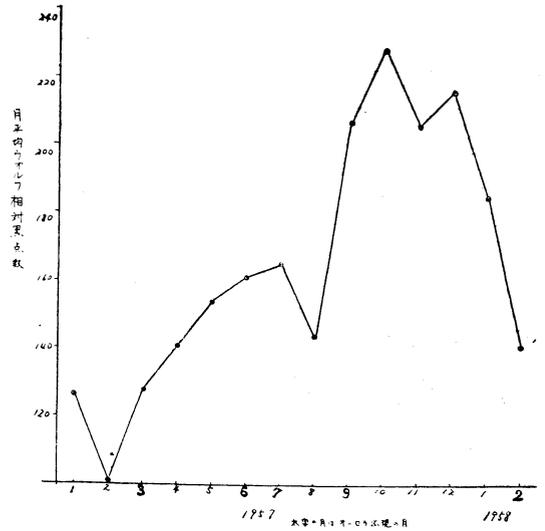
この傾向は2月11日にはみとめられず、各官署の出現時刻は18時30分附近と19時40分附近に集中している。網走と秋田の報告からオーロラが出現した時刻は18時20分前後であると推定される。又19時40分前後が最輝時刻であったと網走、岩見沢、大田原から報告されているから、この時刻前後を出現時刻としている官署はオーロラの光輝が強くなったので発見したと考えてよい。輪島の報告によると出現時刻は18時00分以前でこれは他の報告と比べて大分早い。又出現した方向も西へかたより他の報告と多少違っているが理由がわからない。

消滅時刻は3月2日は21時頃、9月13日のオーロラは20時40分頃に各官署の報告が集中しているが、3月2日では紋別が23時、9月13日では留萌が22時と報告しているのは注意する必要がある。2月11日のオーロラは消滅時刻にもかなり幅があるが、全く消滅したと考えられる時刻は23時前後としてよいと思う。これは網走、秋田の報告が一致しているのと、相川で22時45分に再びオーロらしい光を見ている報告から確実である。

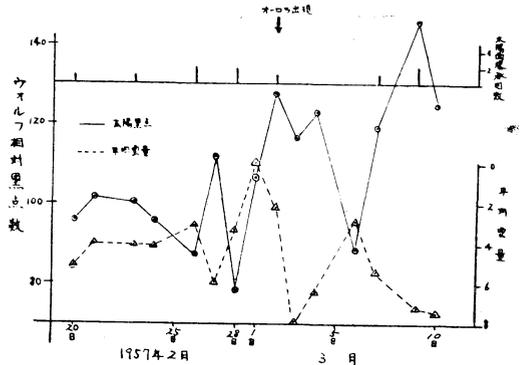
(2) オーロラと太陽活動

オーロラの成因が太陽から放射される荷電微粒子による上層大気発光であることから、オーロラと太陽活動の関係は密接である。日本のような低い地磁気緯度の地帯では太陽面爆発、太陽黒点の増大によって荷電微粒子の量が増加した際にオーロラが発生する。オーロラが日本附近に出現する状態を太陽活動から知るために東京天文台の観測による太陽黒点を調査した。

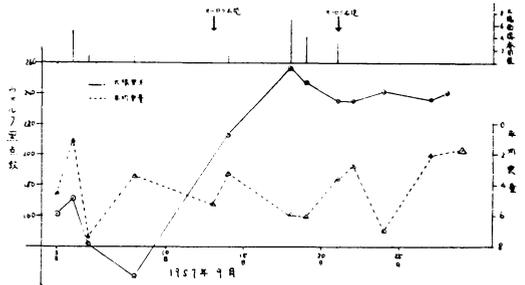
第7図は1957年1月から1958年2月までの月平均ウォルフ相対黒点数の変化である。オーロラが出現した月は1957年3月、6月、7月、9月、1958年2月で特に太陽黒点数の臨界値のようなものはない。しかしウォルフ数が増大する傾向を示している場合に出現していると考えられ、これを確かめるために毎日のウォルフ数を調査した。第8、9、10図は3月2日、9月13日、2月11日前後のウォルフ数の変化で値は東京天文台による。曇天による欠測は空白にしてある。これによるとオーロラの



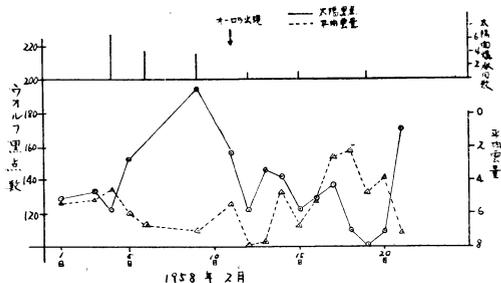
第7図 月平均ウォルフ相対黒点数の毎月の値



第8図 1957年2月～3月毎日のウォルフ相対黒点数の値と平均雲量及び太陽面爆発現象の回数



第9図 1957年9月：毎日のウォルフ相対黒点数の値と平均雲量及び太陽面爆発現象の回数



第10図 1958年2月：毎日のウルフ相対黒点の値と平均雲量及び太陽面爆発現象の回数

出現は黒点が増加していく傾向にある時に一致している。しかしウルフ数が増加している3月9日, 9月18, 19日, 2月20日にはオーロラが出現していない。天気状態の示数としてオーロラが出現すれば観測できる地磁気緯度 31°N 以北の10地点 (函館, 札幌, 寿都, 旭川, 浦河, 羽幌, 網走, 帯広, 根室, 稚内) の21時の雲量* を平均した値をとった。これは北海道全般に雲が出現している割合を示すから平均雲量 4.0以下ならば大体オーロラの出現を発見しうる。7.0以上であると完全に不可能である。この示数も第8, 9, 10図に示したが, これを考慮にいれても9月18日, 2月20日にオーロラの出現を発見できる状態であった。なお太陽面爆発現象**の回数を第8, 9, 10図に記入した。しかしいずれもはっきりした相関を見いだせない。即ちオーロラが出現した場合にはこれらが一致しているが, その逆がなりたない。

(3) オーロラの型と色

型は3月2日, 9月13日のオーロラが HA 又は DS である, 下限が一般に低いので地平附近の濃気, 地物等でかくされていることを考慮すれば, この両日のオーロラは HA であると推定される。2月11日のオーロラは陸の方向にオーロラを見ている点では HA, 海上にオーロラを見ている点では RA 又は PA である。又 HB, RB, PB の報告もあるが大部分は Arcs である。網走, 岩見沢, 相川, 新潟で観測した光柱は人工の灯火による空の明るさのためか, 濃気のためにはっきり見えなかったのて, 他の点で観測してない。

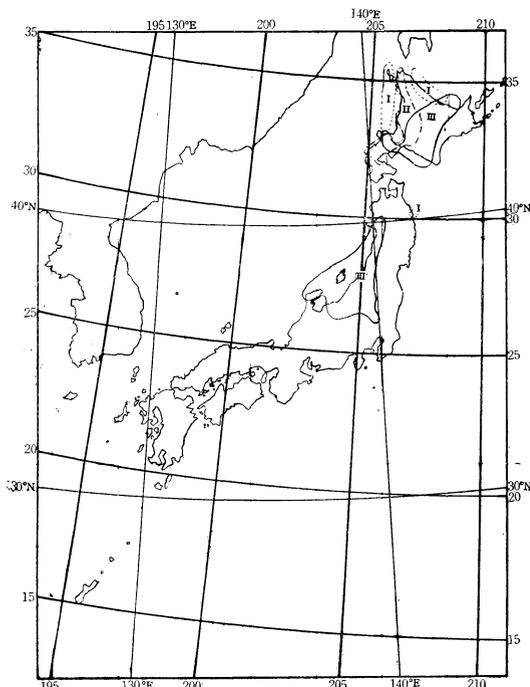
色はこれら3回のオーロラとも赤色である。これは太陽活動の盛んな時のオーロラのスペクトルに酸素輝線の 6300Å が強くあらわれ赤色を呈するためである。なお2

* 雲量は10分量をとらず8分量をとった。
** 太陽面爆発現象は重要度があるがここでは省略した。

月11日の光柱は白色又は淡黄色であった。

(4) 出現範囲, 地磁気緯度との関係

日本は稀オーロラ区に属しているのに, 1957~8年のオーロラ出現が数多いのは稀有なことで, 太陽活動がかってない程盛んであることを裏書している。特に1957年10月の黒点数の増大は今までの最高であった。



第11図 日本附近地磁気緯度経度：オーロラ出現分布 (I：1957年3月2日, II：1957年9月13日, III：1957年2月11日) の図

日本附近の地磁気経緯度を計算* からもとめ, 第11図を作製した。これは地磁気北極を 78.5°N, 69°W とし, 69°W の子午線を地磁気経線 0° とした座標である。又3月2日, 9月13日, 2月11日のオーロラの出現範囲を第11図の I, II, III に示した。出現範囲は3月2日のオーロラでは地磁気緯度 34°30'N 以北に主として出現しているが南限は 30°N 附近にある。9月13日のオーロラの南限は大体 32°N である。2月11日のオーロラの南限は

$$* \text{ 計算式は } \tan \alpha = \frac{\cos M}{\sin(78.5^\circ - M)} \tan \beta,$$

$$\tan \varphi_G = \frac{\cos \alpha}{\tan(78.5^\circ - M)} \text{ である。}$$

ここで α は地理経度, φ_G は地理緯度, β は地磁気経度であって, M は計算の便利のためのパラメーター $\tan M = \frac{\tan \varphi_M}{\cos \beta}$ である。 φ_M は地磁気緯度。

26°N にまでおよんでいる。第4, 5, 6図の雲量分布図から9月13日と2月11日は晴れている地方ではほとんどオーロラを観測したのであって、9月13日の南限は晴れていたらもっと南であったと推定できる。2月11日の南限もあるいはもう少し南であるのかもしれないが、26°N 附近と考えてよいであろう。これに反し3月2日のオーロラが北海道の旭川、浦河等の中部で観測されず岩手県久慈市で観測されているので南限は決めがたい。オーロラの光輝が弱かったので、陸上では人工の灯火の反映にかくされ海上にオーロラを見た地方で観測したのであれば南限を久慈とすることができる。

磁気嵐の規模が9月13日と2月11日とでは10年間に1回位の珍らしく大きなものであったことから9月13日のオーロラの南限は2月11日のそれに近いものであったと考えられる。

上述の南限と第1表の磁気嵐の大きさが大体一致しているのは荷電粒子の量(速さも考えにいれるべきであろう)の多少を示すと考えられる。

なお第5表に参考として北日本の主要地点の地磁気緯度と経度を計算*して表とした。

(5) オーロラの高さ

オーロラの限界がはっきりしていないのでその高度、方位の精確な値は得られないのであるが、2月11日の各地の資料から高さを計算**した。

この計算によると、北海道から北へ約600~800kmの点で高さ150~250kmに発生したことになる。この値は網走-岩見沢、新瀉-若松、網走-若松の基線によって計算したものであるが、第13図に示したように各地の左右限界の方位角から交点をもとめオーロラの位置を推定して、この位置から逆算して確かめた。

2月11日のオーロラはカムチャッカ半島中部からオホーツク海中央部をとってチタ州北部に200km位の高度で出現したと推定される。

写真経緯儀を用いてノルウェーで測定した結果による

* 計算式は前出の式の逆

** $H = \sqrt{(R+y)^2 + x^2} - R$ による計算、ここで $x =$

$$r \cos h, y = r \sin h, r = \frac{g \sin u_2}{\sin p}$$

g: 基線の長さ,

u_2 : オーロラのある点の方位角

p: オーロラのある点の二点間の視差

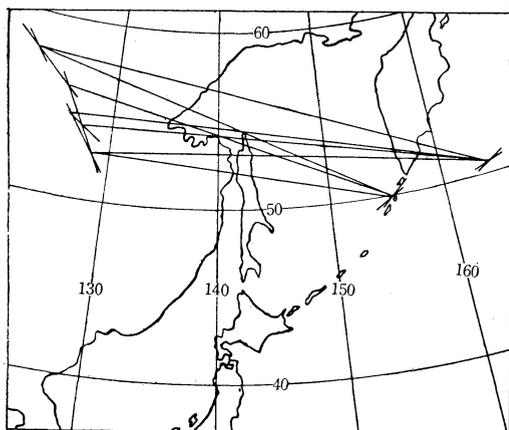
R: 地球の半径

H: オーロラの高さ

r: オーロラのある点までの直距離

第5表 北日本主要地点の地磁気経緯度

地点	地理		地磁気	
	緯度	経度	緯度	経度
稚内	45°25'	141°41'	35°17'	206°02'
網走	44°01'	144°17'	34°15'	208°34'
旭川	43°46'	142°22'	33°42'	206°52'
輪島	37°23'	136°54'	26°49'	203°23'
東京	35°41'	139°46'	25°27'	205°39'
秋田	39°41'	140°06'	29°27'	205°27'
新潟	37°55'	139°03'	27°36'	204°45'
相川	38°01'	138°15'	27°39'	204°02'
長野	36°40'	139°12'	26°18'	204°08'



第12図 1958年2月11日のオーロラの出現推定位置と、オーロラの高さは80kmから1000kmの範囲にあり、最も多いものは100kmから300kmまでである。この中でも100km位が最も多い。

2月11日のオーロラの高さは誤差が大きいと思われるが一応妥当な値が得られたので報告する。この計算では網走地方気象台の精確な観測値に負う所が大であった。

4. 結 び

以上現在調査できた範囲でオーロラの報告とする。これが今後の参考資料となるならば幸である。

終りにいろいろ御助言をいただいた、大田正次氏、鈴木敏文氏、根本順吉氏に厚く感謝する。又各官署観測員各位、一般から協力された各位に御礼を申し上げる。

参考文献

C. Störmer: The Polar Aurora, Oxford, 1955.
S. Chapma: Visual Arroral Observation, CSAGI, 1957.

川端幸夫: 球面星学.