

Luminous Phenomena (Matsushiro Earthquake Swarm)



Photo 1

Jizōtōge, 2350 JST 4 Dec.
1965.

CAMERA: Olympus Pen D with
32 mm lens focussed
at ∞

EXPOSURE: 4 seconds at F1.9
FILM: Fuji Neopan SSS

Photo 2

Jizōtōge, 2350 JST 4 Dec.
1965.

(Same as Photo 1)



Photo 3

Mt. Kimyō, 0320 JST 22 Jan. 1966.

CAMERA: Olympus Pen D with 32 mm lens
focussed at ∞

EXPOSURE: 1/8 seconds at F1.9
FILM: Fuji Neopan SSS



Photo 4

Jizōtōge, 0421 JST 7 Feb. 1966.

CAMERA: Olympus Pen D with
32mm lens focussed at
 ∞

EXPOSURE: 2 seconds at F1.9
with UV filter

FILM: Sakura color N, ASA 100



Photo 5

Near Mt. Saijō, 0417 JST 12
Feb. 1966.

(Same as Photo 4)

Photo 6

Around Mt. Kimyō, 0325 JST
26 Sept. 1966.

CAMERA: Nikon F8 with Fish-
eye lens focussed at
 ∞

EXPOSURE: 36 seconds at F8
with UV filter

FILM: Sakura color N, ASA 100



(By T. Kuribayashi)

地震に伴う発光現象に関する調査報告(第一報)

安 井 豊

概 要

大分昔から和洋を通じて大地震に伴って発光現象が生じたという報告があり、故武者金吉氏および Galli らがそれらを検討して、それらの光りものの少なくとも一部は地震に伴ったものと認定した。しかしそれらの報告は単なる記事であり、それにスケッチが付いているものもあるという程度であった。

しかるに昭和40年夏より42年春までのいわゆる松代群発地震にも多くの発光現象が伴ったことが報告され、松代のアマチュア写真家栗林亨氏によって数十枚の写真が撮影され、ここに初めて発光現象が客観的に紹介されるにいたった。

著者はこれらの報告を検討し、その真偽を判別するとともに地磁気変化計・空中電位計を設置してその発光機構の探求に志した。

この報告はそれら各発光現象の報告の大要集である。

一方発光機構の理論については故寺田寅彦氏・清水武雄氏の仮説があったが、ともに今回の現象は説明できないことが明らかになった。松代に設置した空中電位計の記録は発光現象が空中電気現象であることを示しているようである。この発生機構についてはさらに研究を重ねて次号で報告したい。

1. は し が き

地震に伴って何らかの発光現象が生じていることは日本では1500年前より、西洋でも数百年以前よりの記録にのっている。近年にいたっても数多くの地震に伴った発光現象の実見資料があり、その中には寺田寅彦・中村左衛門太郎・那須信治・大久保準三・和達清夫氏ら著名の地球物理学者、物理学者が含まれているにもかかわらず、今もってその発光現象の発生機構の解明がなされておらぬ。一部にはこの現象の真实性そのものすら疑問視されていることは武者金吉氏が「かくも長い間真剣にこの現象を調査研究する学者がほとんど現われなかったのは何故であろうか。これ自分にとっては発光現象の機構以上に不可解な謎である」と述べられていることに全く同感である。

この現象に関するままとった報文は Ignazio Galli および Silberg の西洋におけるもの収集と寺田寅彦氏の西洋および日本のものの報告ならびに武者金吉氏の昭和7年までに日本に現われたものの集大成たる「地震に伴う発光現象の研究及び資料」と著者が験震時報で報告した昭和21年の南海道大地震と昭和36年の日向灘大地震に伴った発光現象の調査報告があるぐらいのものであり、しかもそれらはたまたま地震発光現象を見た人の実況談の収集にすぎず、若干のスケッチがあるぐらいで客観的な信憑性のある撮影写真もなく、たとえその人々に上記の科学者が含まれていても機構探求に必要な観測要素や機構探求のための特

別な観測もされたことはなかった。それは地震は不時に不特定の所で生じ、かつその地震は現在の段階では予知できないものであるため、発光現象の科学的観測をあらかじめ準備しておくことができなかつたため、まことにやむを得なかつたことである。

しかるに昭和40年8月より松代周辺に群発地震が生じて数年を経過し、その間に数十回の発光現象が発現した。これは場所が局限されたため写真撮影の準備をすることができて、ついに松代のアマチュア写真家栗林亨氏が、世界ではじめて数回の発光現象につき数十枚の白黒・色彩写真の撮影に成功し、ここに「地震に伴う発光現象」の客観的紹介をすることができるようになった。しかしその発光機構は依然として不分明で、たしかに発光現象の存在は確認されても、それが地震に伴ったものか、地震には無関係な現象の偶然の一致なのかも不明である。東大震研の力武教授は今もって「地震に伴う発光現象」の存在を否定している。

著者はこの群発地震発生当初は広島地方気象台長であって職掌上は無関係であったが、昭和41年春柿岡の地磁気観測所長に転じて松代一帯に展開された磁力計の観測網を指揮するにおよんで、過去の日向灘大地震の経験を想起してここに「地震に伴う発光現象」の探求を志した。松代に磁力計の他に電位計・分光写真機を設置し、一方軽井沢測候所の隔測地震計架線の捕えた空電現象をもって空電計の代用として、この発光現象の機構探求に努力してきた。遺憾ながら時すでに遅く、叙上の設備後は発光現象はほとんどなく、ついに発光機構をつきとめるまでにはいたらなかつた。

著者はこの発光現象の探求段階は球電のそれによく似て、しかもなお一歩劣っている位どであると考え。球電については今日数枚の写真があるが、これまたその写真の信ぴょう性について疑問が提出され、球電そのものの存在さえ疑っている者が相当数ある。Singerは1964年の球電シンポジウムで“Does it exist? yes, ball lightning does indeed exist. But at this point, the question of what ball lightning is arises,”と述べ、Kapista, SilbergのStanding wave modelも、BostickのRing current modelもNeugebauerのCrystal modelもまだ一つの仮説であって一般的に承認されてはいない。地震に伴う発光現象についても寺田寅彦氏と清水武雄氏の仮説があるが、共に一般的に承認されてはおらず、かつ著者をして言わせしむるならば共に今回の発光現象とは相入れないところが多い。

ともあれ今回は力及ばなかつたにせよ、地震に伴う発光現象は今後も世界のどこかで発生するであろうし、そして発光現象の機構探求が本格的になされる機会もあるであろう。その日のために今回の発光現象の資料をまとめておくことも必要と心得たのがこの報告である。はなはだ不十分な報告ではあるがあえてこの報告を執筆した著者の意を了解されたい。

本報告にご協力をいただいたり、ご教示を賜わった中村左衛門太郎先生、加藤愛雄先生、彦坂忠義先生と軽井沢測候所の関谷溥氏、長野気象台の宇田川和夫氏、地震観測所の相原奎二氏、地磁気観測所の柳原、近藤、永井、大地、斉藤の諸氏、特に貢献を強く賞讃されるべき栗林亨氏に厚く感謝の辞を捧げ、あわせて本報告を故武者金吉教授と故寺田寅彦教授の御霊前に謹んで捧げたい。

2. 過去の地震に伴った発光現象のあらまし

武者金吉氏によれば日本における発光現象を伴った地震の数は明治になるまでに50回、明治初年より昭和7年までに13回であり、これに昭和21年の南海道大地震と昭和36年の日向灘大地震の2回を加える調査対象の地震は65回となるが、もちろんその多くについては残念ながらその詳細は不明である。

上の諸地震を起月別に整理すれば次のごとく第1表のようになる。ただし合計は旧暦分は1カ月遅れとして新暦に統一してある。

Table 1 Numbers of earthquakes accompanied with luminous phenomena

Month	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Sum	
Old Almanac	4	1	0	4	3	2	4	2	8	2	9	11	50	(before 1880)
New Almanac	1	1	0	1	2	3	0	0	1	1	3	2	15	(after 1880)
Sum	12	5	1	1	6	6	2	4	3	9	5	11	65	

これによれば地震に伴う発光現象は冬に多い。もし一説のごとく電光の誤認とすれば夏に多いはずではあるまいか？ なお全地震の月間発震数には年間に大差のないことが別の調査で判明している。

発光現象を伴った地震中発震時の判明しているものは明治以後の15例以外にはすくないが、その発震時の分布は第2表のごとくなっている。

Table 2 Occuring time of numbers of earthquakes accompanied with luminous phenomena

Time	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
number		1	3	2	5	1	1					1							1	2		3			3

これによれば同じ夜間でも早晩に多いことが明白である。なお全地震の特別発震回数には特別な分布のないことが別の調査で判明している。

発光現象を伴った地震時の天候の判明しているものは次の第3表のごとく明治以後の15例に過ぎない。しかしこれからうかがえることは発光現象は快晴か全天曇った時のどちらかに多く、風は弱い時に多いが全くの無風の時ではないことである。

最後に発光現象そのものの記述であるが、これは武者金吉氏のまとめをそのまま抜粋するのがよいと思える、すなわち大要次のごとくであった。

ここに Galli が西洋の例をとったものをG, 1930年11月26日の伊豆地震をA, 1930年12月20日の広島県北部地震をB, 1931年6月17日の多摩丘陵北西部地震をC, 1931年9月16日の山梨県津留地震をD, 1931年11月2日の南日向地震をEとして各々につき分類してみよう。

なお各項記事中括弧で囲んだものは著者の付言である。

Table 3 Weathers at the earthquake occurred with luminous phenomena

Name	Year	Month	Day	h	m	Place	Weather			
							cloud	wind	velocity	rain
Nôbi	1891	10	28	06	38	Gifu	6			
Sanriku	1896	6	15	19	33	Miyako	10	NNW	0.7	rain
Suruga	1917	5	18	04	07	Hamamatsu	4	NE	2.1	
Shinano	1918	1	11	02	59	Nagano	0	E	0.5	
Yokosuka	1924	1	15	05	50	Yokshama	0	SW	1.3	
Tango	1927	3	7	18	27	Miyazu	10	NW	4.8	
Ibaraki	1930	6	1	02	58	Mito	10	NNE	1.4	
Chiba	1928	5	21	01	29	Tôkyô	10	SW	1.9	
Hokkaidô	1930	12	13	23	22	Sapporo	0	WNW	3.5	
Tôkyô	1931	9	20	11	20	Tôkyô	7	SE	4.4	
Izu	1930	11	26	04	03	Numazu	10	E NE	1.6	
Saitama	1931	6	17	21	09	Tôkyô	10	NE	1.7	
Miyazaki	1931	11	2	03	53	Miyazaki	0	NW	1.1	
Nankaidô	1946	12	21	04	19	Kôchi	0	WNW	1.8	
Nyûganada	1961	2	27	03	10	Miyazaki	0	W	2.7	

2.1 光 の 形

Galli は瞬間的あるいはほとんど瞬間的のぼく然たる光象として次のごとく分類した。

形 状	G	A	B	C	D	E
閃光状	83	27%		54	13	153
雨の降り注ぐごとき光	3	37%		16		
細き带状の光	6	19%		10	9	7
合 計	92	83%	△	80	22	160

Galli は瞬間的ではあるが一定の形を有し、かつ動く光体として次のごとく分類した。

形 状	G	A	B	C	D	E
火 球	42	1%	△			
火 柱	7	9%				7
火の棒	7		△	16	2	11
ラッパ状の光	4	1%				7
合 計	60	11%	△	16	2	25

Galli は地上から現われ暫時継続した輝ける炎および輻射として次のごとく分類した。

形	状	G	A	B	C	D	E
火	炎	54					
小	火	10					
	炎						23
	スパーク	11					
	光の空気	6			2		
合	計	81	0%	0	2	0	23

Galli は暫時継続した不定形のものとして次のごとく分類した。

形	状	G	A	B	C	D	E
広がった空の光		32					
光る雲		8	2%				1
合	計	40	2%	△	0	0	1

上記表中、Aは武者氏の書では回数が不明のため、Aの総観測数に対する百分率で示してあり、Bは回数が記載してないため、ただその現象があった項目を△で示してある。

これらによれば形状は各事例によりずいぶん異なっているが、大体としては瞬時的に現われるものが多く、かつその中でも閃光状のものが多く、それがかなりの人によって電線のスパークとか電光の誤認であろうといわれる原因であろう。（後述のごとく今回の松代地震では瞬間的な発光はすくなかった）次に比較的多かったのは持続性の太い火柱状、火の棒状のものであり、また火球状のものと持続性の空の広がりを持った輝きのものであり、これらは火炎状のものとも考えられよう。

2.2 色 彩

A		B	C		D		E	
青	色 28%	赤 色 (観測例が少数であった)	青	色 21%	赤 + 青	20%	青	色 84例
赤 + 黄	12%		赤 + 黄	16%	黄	色 20%	電	光 色 31例
黄	12%		電	光 色 11%	赤 + 黄	20%	黄	30例
電	光 色 11%		黄	10%	青	17%	青 + 赤	23例
赤 + 青	9%		赤	10%	青 + 黄	10%	白	色 20例
青 + 黄	9%		赤 + 青	9%	赤	7%	黄 + 赤	20例
赤	7%		青 + 黄	9%	電	光 色 3%	赤	14例
電	灯 色 4%		電	灯 色 6%	白	色 3%	青 + 黄	11例
白	色 4%		白	色 2%	電	灯 色 3%	電	灯 色 4例
その	他 4%		その	他 4%	その	他 1%	その	他 30例

（これによれば色彩はまことに区々であるが、大体を通観すれば青色ないし青味がかつた色をもっとも多く、赤色ないし赤味がかつた色も多く、黄色ないし黄色がかつた色がこれにすぎ、白色のものは少ない。これは発光現象がスパークとか他の宇宙物体の誤認によるもの

ではない一証であろう。色彩上だけからはオーロラ現象や巨大流星の誤認とも思えるが、前者はその時間的継続性と空間のひろがりから否定でき、後者は音響を伴わなかったことから否定できる。）

2.3 発生時間と継続時間

Galli によれば発光現象が震前に現われた例は93例、地震中に現われた例は99例、震後に現われた例は47例であり、震前に現われたものの半数は瞬間的な閃光状のものであった。震前といってもその絶対多数は発震直前であり、ごく少数数時間前というものがあった。

Aでは絶大多數が震中に現われ、継続時間はきわめて短かった。

Bでも震中に発生したが、継続時間はやや長く、瞬間的のものではなかった。

Cでも震中に発生し、数回の継続があり、その継続時間は各5秒ぐらいであった。

Dでも震中に発生し、継続時間は瞬間的で短かった。

Eでも震中に発生したものが多かったが、震前に見えたというものもかなりあり、現象は瞬間的であった。

（よく地震後は窓をあけたり、電灯を点灯するのでそれが誤認の因となるといわれるが、上例からそれはこじつけと認められる。）

2.4 光 度

Aでは目がくらむように見た人もあり、比較的弱い光と見た人もあり、その分布は震央よりの距離にはよらない。（著者は発光は震央のみに生ずるものではないとの見解を採っている。）

Bでは明るい光というのが少数ある。

C, D, Eでは明るいものはなかったらしい。

（要するにこの発光現象はそう明るいものではないらしい。）

2.5 光の見えた方向

各報告によれば光の見えた方向が地図上で大体収斂するものもあるし、収斂しないものもある。またあちらがパッと光り止んでから他の点でパッと光ったというものもあるし、数方向で同時に見えたという報告もあるし、継続的に光点が移動したというものもあるし、相当な速度で発光体が飛行したというものもあるし、まことに区々である。

2.6 光の観察された範囲

光の観察された範囲はかなり広い。（著者は前項で方向の不一致なものは同一光を広い範囲で見たのではなく、かなりの範囲の中に複数個の発光点が分布していたものと思う。）

以上が武者氏の書の抜粋であり、同氏はその発光機構については論議されていないが、書中には次のような記述がある。

(i) 電線スパーク、流星、電光などの誤認も少数あろうが、それだけでは説明され得ないものが多く、たしかに「地震に伴う発光現象」というものがある。

(ii) 寺田寅彦教授は「地殻内の水の運動のために地殻中、したがって空中に著しい電位差を起こす毛管電気現象による可能性を提出された。（同説の大要は次節に抄出する。）

(iii) 清水武夫教授は「地電流が切断された場合数個所にアークを生じ、地平線の一点から上空に向って放射する光は地割に直角な方向から見たものであり、柱状の光は地割の延長

線の方向から見たものであり、ラッパ状の光は上方に霧があった場合であり、多数の球状の光が一直線に次々に現われたのは小さいアークが一つの亀裂に沿って順次に位置を変えたものと考えられる」と唱えておられる。

(iv) 武者金吉氏は1931年11月2日の南向灘地震に際し海上にも現われた発光現象に注意して「別府湾内では幕状に光りその中に数本の火柱が立ち、日向灘の震央付近でも海震と同時に火柱が立った。これはどうしても他現象の誤認ではない」と書かれている。

筆者は武者金吉氏らの以上の記述より次のごとき感を強くした。すなわち

イ、「地震に伴う発光現象」は実在する。

ロ、それは震央だけではなく、かなりの範囲内の数個所の低空内に発生する。

ハ、その種類は多い。

ニ、現象はおそらく空中電氣的なものであろう。オーロラのような高層電磁現象とか、地電流現象とは考え難い。空中電氣的現象とするならば、その機構を探求することこそ究極の問題である。

3. 寺田教授説の概要——毛管電気現象説

(On Luminous Phenomena Accompanying Earthquakes,

地震研究所彙報, 第9号第3冊, 1931)

いわゆる「地震に伴う発光現象」として報告されたもののうち少数のものは幻覚とか流星・火事・電雷・人工灯火・電線のスパーク等の誤認であろうが、それらでは説明しきれぬものが多い。山崩れ、地すべりによる発光は理論的にも実験上でもありうる事が証明されるが、これだけが該当現象とはいえない。

寺田は地殻表層の水の運動がその原因ではないかと考えているが、現在では確かにこのためと考えるべき実証はない。著者はある条件のもとでは多数の網状毛細管を含んでいる表層地殻中の水の運動が上層大気中に大きな電位差をひきおこし、しかして上層に発光現象を生ぜしむるにいたることを述べる。

液体がある圧力こう配をもって流れている毛細管の両端の間には Strömungs Potential と名付けられる Potential 差があり、その $P \cdot D$ (Potential difference) は $E = \varphi D p \sigma / 4 \pi \eta$ で与えられることが先人によって提唱されている。ここに φ は大体 0.01~0.05 ボルトの Kinetic Potential, p は両端の圧力差, D は dielectric Constant, σ は比抵抗, η は液体の粘性係数である。

まず原生水と次生水との二つに分けて考える。

3.1 原生水の場合

強い地震の影響は地殻のさうとうの深さにまで達する。地殻中にすでに存在していた毛細管を通してとか変形によって地殻中にほり出されたりした水が 100 km に及ぶ圧力差の中で垂直に運動したと仮定し、 $p = a p_0$, ただし p_0 は比重 3 の岩石柱 100 km の静圧, a は未知の因子とおく。常識的な値として $D = 81$, $\sigma = 10,000 \text{ hm/cm}^3$, $\eta = 10^{-3} \text{ C.G.S}$, $p_0 = 3 \times 10^{10} \text{ C.G.S}$ を採って $P \cdot D$ を勘定すれば $E \doteq 3.3 a \times 10^6 \text{ volt}$, これは $a = 1$ でも 3,000 kV

になることを示す。

地表付近で等電位面を半径 R の球とすれば地上 H のポテンシャルは $E_H = ER/(R+H)$ 、電場は $F_H = -ER/(R+H)^2$ であり、60 km の高空では空気の圧力は 0.1 mmHg にすぎず、ここで $R=H=5$ km (これは 50 km の誤記らしい) の高度では $F_H = -5E \times 10^{-8} = -0.165 a$ volt/cm。

発光するに必要と思われる Moore 真空発光には約 2 volt/cm を要するが、そのためには a の値として 12 を必要とし、これは少々大きすぎる値である。しかし空中の伝導度の変化とかイオン物質の存在とか空中電荷の存在などによりスパークは助長されるものであるから、条件次第では必要な F_H はそう大きくならなくてもすむ。たとえばヘビサイド層の下限あたりでは電場の強度増加が期待される。とにかく震央付近上空層とその周りの大気間の Potential difference はたとえ $a < 1$ としても普通の真空放電における電位差より大きいであろう。この現象の継続時間は短くて普通には空中電位計には記象されないであろうし、水平方向のポテンシャルこう配も小さくて、電信線でも立派には捕え得ないであろう。

3.2 次生水の場合

地殻表層中にある次生水(雨雪などの浸透によるもの)は地震により水平変位をされるが、その程度は前の 1 よりゆるやかである。ここで $a=1$, $\eta=0.01$ ($t=15^\circ\text{C}$) とすると $E=3 \times 10^5$ volt である。長い距離については一つの双極子とみなされよう。この双極子の長さを l とし、 $E/l = F_m$ をもってその平均値とし、これを ρl の距離における電場 F_d と比較しよう。 $l=20$ km, $F_m=1.5 \times 10^{-1}$ として 1923 年の関東大震災の時に震央から 800 km 離れ、つまり $\rho=40$ の仙台における白鳥博士の測定値たる $F_d=4 \times 10^{-7}$ volt/cm を用いれば、 $F_d/F_m=2.7 \times 10^{-6}$ 、一方双極子による電場変化は $\rho^{-3}F_m$ に比例するとすれば $F_d/F_m=4.7 \times 10^{-6}$ となり、上の 2 者はほぼ等しいものとなる。したがって上の白鳥博士の観測値は実際の地球電場の変化を観測したものとして見てもよからう。地震の時に空の雲量に急変化が生ずるといことは見のがせない。それは網雲の形成は上層中のオーロラ現象に大きな関係があることが判明しているからである。

以上が寺田教授の論文の概要である。寺田教授は地震により上層大気内で発光が生ずると考えておられ、Kenneth Davies が最近の ESSA Symposium on Earthquake Prediction, 1966 中で「1964 年のアラスカ大地震中におけるドップラー偏倚観測において地震に伴って震央付近の電離層中にもじょう乱が生じ、その伝播速度は 830 m/sec にも達した。(ただしこれに対しては相当の反論があった)」ということにも関連するようである。しかし明らかに「松代地震に伴う発光現象」はそう高空に生じたものではなく、また寺田教授の考えているような model はまず実在し得ないものと考えられる。

一方地割れスパークの清水説に対しては、日向灘大地震、南海道大地震、松代群発地震のいずれにおいても地割れ付近で発光を生じたということは確認できなかった。松代群発地震でただ一つ地割れ付近で発光したとの報告があるが、これもすでに生成された地割れ付近で発光を見たというだけで、しかもこの報告は疑わしい。

最後に吉松隆三郎氏が柿岡地磁気観測所要報第 1 巻、(1938) で「同年の塩屋崎沖地震に際し地震前の瞬時的地電流はある仮定の下ではかって寺田教授が地震に伴う発光現象に要す

ると考えられた電位差に応ずる程度のものとなり、これよりみて大地震前に往々報告されている奇妙な発光現象に対してある実体を与える可能性がある。なお地電流の瞬時的変化に応ずる地磁気の変化は十分注意して調べたが判明しなかった」と報告されていることを付記しておく。

4. 1961年2月27日の日向灘大地震に伴った発光現象

この地震は1961年2月27日3h10m41.8sに最大震度V(宮崎市)をもって現われ、震源はE・131°51', N・31°36', D・40km, M・7.0であった。

著者は当時宮崎地方気象台長であり、自分ではこの発光現象を実見しなかったが部下数名の実見談および新聞記事によりこの地震に多くの発光現象観測者のあったことを知り、早急にアンケートを求めたところ、県内各地より97個の実見回答を得た。

当時の天候は快晴であり、2月という気候を考慮しなくともまず普通の雷雨は生ずべくもなく、また山崩れもほとんどなく山崩れによる発光現象とは考えられない。また発光点の高度ないし高度角が大きくても大体地上1~2km以下ぐらいと観測され、しかも九州電力株式会社に調べた電灯断停電状況と全然符合しないところからみて電線スパークの誤認とも思えない。さらに天文台への照会でも当時顕著な流星も発現していない。その時刻の太陽は地平線下45°、方位はENEであって薄明現象ではない。月齢12の月は高度角12°、方位はWSWであるが、快晴であったからまずその誤認とも考えられない。したがって著者はあきらかに地震に伴った発光現象があったものと認めている。

発光現象を地震発生の前に認めている者は少数で、全数97名中わずかに16名であり、これをA-groupとする。A-groupに共通していえることは光度は弱く、スパーク状の点滅であり、色は判別し難いほど薄く、高度も割合低く、見えた方向はいずれも海上であり、そのうち宮崎から見えたものはほぼ震央方向であった。A-groupの数はすくないが、真の早朝であり、しかも多くの者が大地震で眼を覚まされる前であり、かつA-groupの多くの者が地震最中にも発光現象を見ていることからして、A-groupの見たような地震直前の発光現象がよそにはなかったとはいえない。

同様に地震の終わった後に発光現象を見た者も少数あり、これは97名中14名であり、これをB-groupとする。B-groupの色・方向などはA-groupに酷似している。

もっとも多いのは地震の最中の発光現象で、これを見た者は97名中55名であり、これをC-groupとする。C-groupの色・形・方向等の記述は全くまちまちであってまとまりがないが、詳しい報告の中には「数回光った」「移動しない」「震動の最強が過ぎた頃から発光が見られ、震動が弱まると消滅した」「視角8~10°のレンズ状の光球」「継続時間は30秒~2分」などの記述が見られ、C-groupでは一般に光度が強く、高度角は割合大、色は青白色、だいたい色、青白味を帯びただいたい色の三つが錯そうし、形はいなずま状、スパーク状、火球状、サーチライト状の順序で、特に前の二つが全数のそれぞれ40%前後を示している。C-groupの見えた方向は震央近くの海面上と霧島山の東方の一区域を指しているが、それも各々でできた色は示していない。

第1図はその分布図である。以上述べた A-group, B-group はいずれも比較的海面に近い所に現われた淡い発光現象と思えるが, C-group のものはあまりにも各記述がまちまちであって, その実体がどんなものであったかを的確に把握することは困難である。どうして各記述がまちまちなのであろうか?

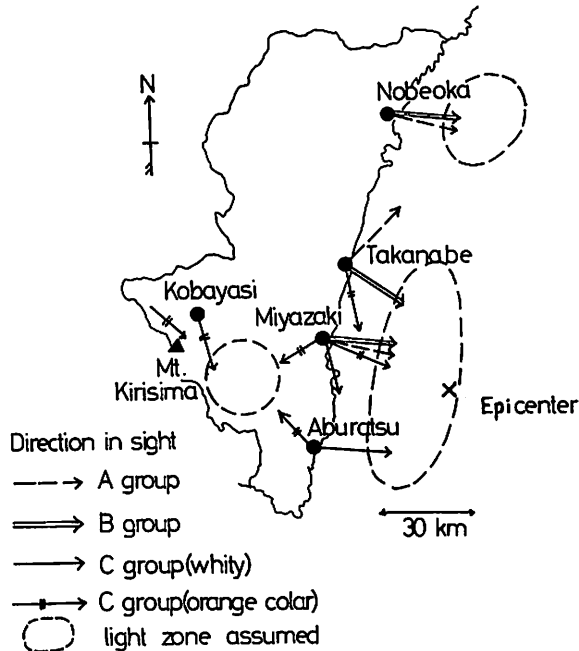


Fig. 1 Direction of light occurred at Miyazaki-ken accompanied with big earthquakes on Feb. 27, 1961

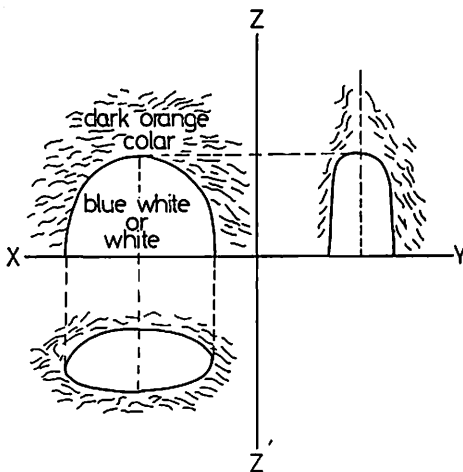


Fig. 2 Imagined structure of luminescence oh Fed. 27, 1961 at Miyazaki-ken

一つには時間的変化があったためではあるまいかとも考えられる。すなわち一種の弧状オーロラのごとく色彩・形などが刻々に変化したためではあるまいかとも考えられるが、それなら一つぐらいはそのような記述があってもよいはずで、そのような記述が皆無であったことなどからしてこの考えは採り難い。むしろ次のごとく考える方が妥当だと思える。すなわち C-group の発光現象は上限が地上 1~2 km までの低空に局部的に数個発生し、その形は第2図に示す想像図のように比較的偏平な白色光輝部核のまわりにだいたい色の幕状部が広がっているようなもので、これを見る方向と見た部分により上記のような諸

記述が現われたものと考えたい。しかしこれはあくまで想像であって、これを裏付けるような科学的根拠のないことは遺憾である。

さらに別の考えとしては C-group のものは宮崎の海岸近くと震央付近および霧島山南東地域に現われ、震央付近のもっとも光度の強いものが白色ないし青白色、他の二つのものはだいたい色に現われたようにもとれるが、これは各地の報告の高度角からして数十 km の高度でなければならないし、またそれならばもっと遠地からもこの発光現象が認められるはずであることに難点がある。

5. 1946年12月21日の南海道大地震に伴った発光現象

この地震は1946年12月21日の早朝4h 19mに最大震度VIをもって現われ、震源はE 135.6°, N 33.0°, D 30 km, M 8.1であった。

この地震には第3図に示すように広範囲に発光現象が伴い、東は三重県より西は福岡県におよんでいる。

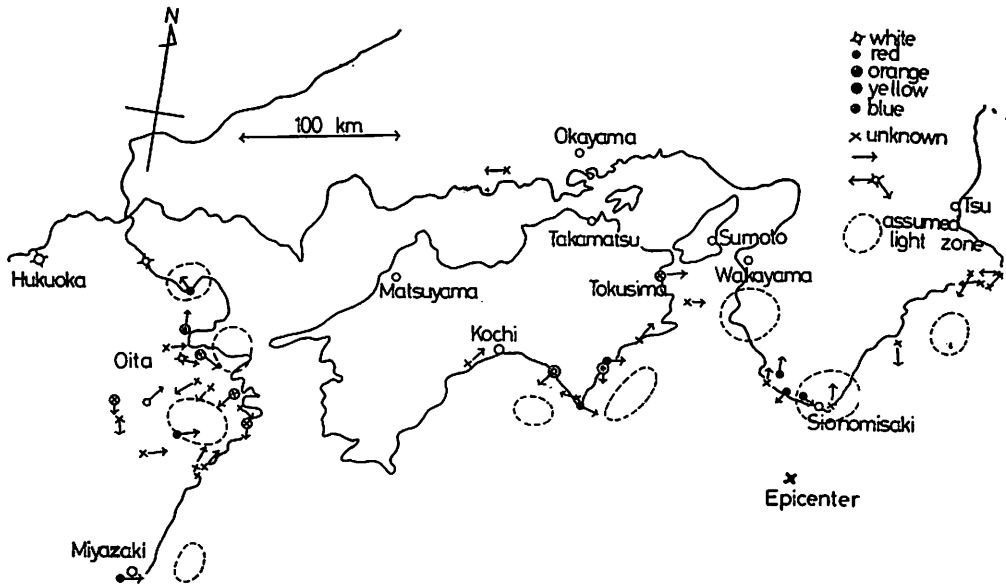


Fig. 3 Distribution of direction in sight and colors of luminescence accompanied with Nankaido-Earthquake on Dec. 21, 1946

各地での詳細な状況はわからないが、総括していえば

(i) 発光現象を見たのは地震最中というのがもっとも多いが、少数は地震前、地震後というのもあった。

(ii) 形状はいなずま状、電光状というのがもっとも多く、幕電状、ポーと光った、サーチライト状がこれに次ぎ、少数火球状というのがあった。

(iii) 同一点で2, 3回光ったという記事も相当あった。

(iv) 見えた方向ならびに色の分布は第3図に示したごとくであった。光の高度角の記述がほとんどなかったことは残念である。

光を見た地域にかなりのかたよがりがあり、震源から遠い所でむしろ多かったこと、周りがポーと光ったという報告が若干数あったこと、光の見えた方向がまちまちであること、各地での見た色の分布がわりあいはっきりしていることから、この発光現象は局地的にあちこちに現われたものであって、決して高空に生じた一現象をあちこちで観測したものではない。見えた方向が錯そうしている地域はその地の上空（高空ではない）が発光域に含まれていたものと考えられる。

この考えで色を整理すると、この場合は震央に近い所では帯赤色のものが多く、遠い所では帯青白色ないし白色のものが多いうのであるが、第2図のような考えもあながち否定できなからう。ただこの場合は震域が広くて発光源も多数あったものであろう。

なおこの時は快晴で、太陽の高度角は地平線下33°、方位角は東より微北7°、月の高度角は地平線下14°、方位角は東北東であったから以上の光現象は太陽や月によるものではない。また当時顕著な流星や流星雨があったとは東京天文台に報告も記録もされていない。

6. 1965, 66, 67年の北信群発地震に伴った発光現象の概観

今回の松代地震（北信群発地震）に伴って生じた発光現象の中、観測したという報告があったものを整理したのが次の頁の別表である。

以上が松代地震に伴った発光現象を見たという報告の全部であり、その方向を図示したものが第4図である。図上の矢印は発光現象の見えた方向を示し、⊗はその地震の震央、波線は昭和41年9月末日の地割れの位置とその走向である。

この報告数は総数33個であるが、観測者の数がすくなくかつ限定されていて、しかも同じ事象を数人の人で見たという事例がすくないので、記事に正確さを強調し得ず、かつ各報告で詳説したごとく他現象の誤認もあるようで、この33個が全部「地震に伴う発光現象」であるとはいえないようである。しかしこの33個を一応2.のごとくに分類してみれば次のごとくなる。

まず上記の諸地震を第1表のごとく起月別に整理すると次の第4表のごとくになった。

Table 4 Numbers of earthquakes accompanied with luminous phenomena at Matsushiro

Month	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Sum
1965								2	1	1		1	5
1966	6	3	2	3	1			4	7	1			27
1967	1												1
Total	7	3	2	3	1			6	8	2		1	33

昭和 年 月 日 時 分	観測者	観測地	発光時	継続 時 間	形 状	色 彩	光 度	天候	記 事
40 8 15 18 30	松代町荒川	自宅	後	短	帯	青白色	明	晴	雷の可能性あり
40 8 15 19 19	松代町古川	自宅	中	数十秒	帯	赤色		晴	株灯又は雷の可能性あり
40 9 5 19 18	川中島町吉村	自宅	中	2 秒	帯	黄白色		曇	他家族、雷の可能性あり
40 10 1 0 45	松代町栗林	自宅	後	15 秒	中心球状, 放射状	白色	明	快晴	
40 12 4 23 50	松代町栗林	自宅	前	22 秒	中心球状, 帯状	白色	明	曇	写真(黒, 白)
41 1 6 19 ~ 20	東原	加賀井温泉	不		帯	青白色	明	晴	黄道光の可能性あり
41 1 7 22 41	松代町栗林	自宅	地鏡なし	25 秒	帯	赤色	弱	曇	雷の可能性あり
41 1 8 22 43	松代町相沢	自宅	後	9 ~ 15 秒	まわり一帯	白色	明	晴	他数名
41 1 10 19 30	瀬中	自宅付近	地震なし	10 分	中心球状	中心赤色, 周囲黄色		小雨	月誤認の可能性あり
41 1 22 3 20	松代町栗林	自宅	後	97 秒	中心球状, 帯状	中心白色, 上方灰白色	明	快晴	写真(黒, 白)
41 1 27 2 30	瀬中	自宅	前	10 分	光柱状	赤色		曇	
41 2 7 4 21	松代町栗林	自宅	後	26 秒	朝顔状	ピンク色	明	晴	写真(色彩)
41 2 12 4 17	松代町栗林	自宅	前	35 秒	夕焼状	赤色	明	曇	" (")
41 2 23 20 53	兎花	自宅	地震なし	3 分	帯	螢光灯色	明	快晴	夫妻
41 3 13 夜 半	代島	自宅	地震と同時	短	帯	赤色		曇	雷の可能性あり
41 3 28 21 02	中栗花	自宅	前	30 分	帯	白色		晴	その他松代町より見た人数 あるも疑問あり
41 4 5 不明	若	湯	中		スパーク状				地割れ内発光とあるも詳細不

番号	昭和年	月	日	時	分	観測者	観測地	発光時	継続時間	形状	色彩	光度	天候	記事
L	41	4	16	20	30	松代町下条	屋	震	10~15秒 (7~8回)	半球	赤		晴	雷の可能性あり
M	41	4	20	20	50	代原	自	震	10 秒	球	赤	明	快晴	
N	41	5	22	21	58	高司	松代	震	短	帯光	赤	弱	雨	
O	41	8	3	1	30	井	観測所	震	1 分	球	だいたい色	明	曇	
P	41	8	3	3	48	野	自	震	短	稲妻	白		曇	
Q	41	8	16	3	23	松代町栗林	自	震	32 秒 16 秒	帯	赤	暗	曇	
R	41	8	20	19	50	松代町丸山	自	震	不	明	白		快晴	
S	41	9	6	4	36	松代町栗林	自	震	28 秒	帯	だいたい色	弱	曇	写真(色彩), 薄明認の可能性あり
T	41	9	6	4	40	松代町栗林	自	震	17 秒	帯	だいたい色	弱	曇	"
U	41	9	6	5	01	松代町栗林	自	震	20 秒	帯	だいたい色	明	曇	"
V	41	9	6	5	01	松代町栗林	自	震	12 秒	帯	帯黄白色	明	曇	"
W	41	9	19	18	21	松代町栗林	自	震	短	帯	だいたい色	弱	曇	"
X	41	9	26	3	25	松代町栗林	自	震	96 秒	光球	白	明	快晴	全天写真(色彩)
Y	41	9	28	20	10	松代町栗林	自	震	長	閃光 (断続)	ピンク色	弱	曇	写真(色彩)
Z	41	10	26	3	04	東某	東	震	中	帯	帯青白色	弱		詳細不明
AA	42	1	12	18	30	松代町数		震	長	帯	帯青白色	弱		疑問点あり, 写真(色彩)

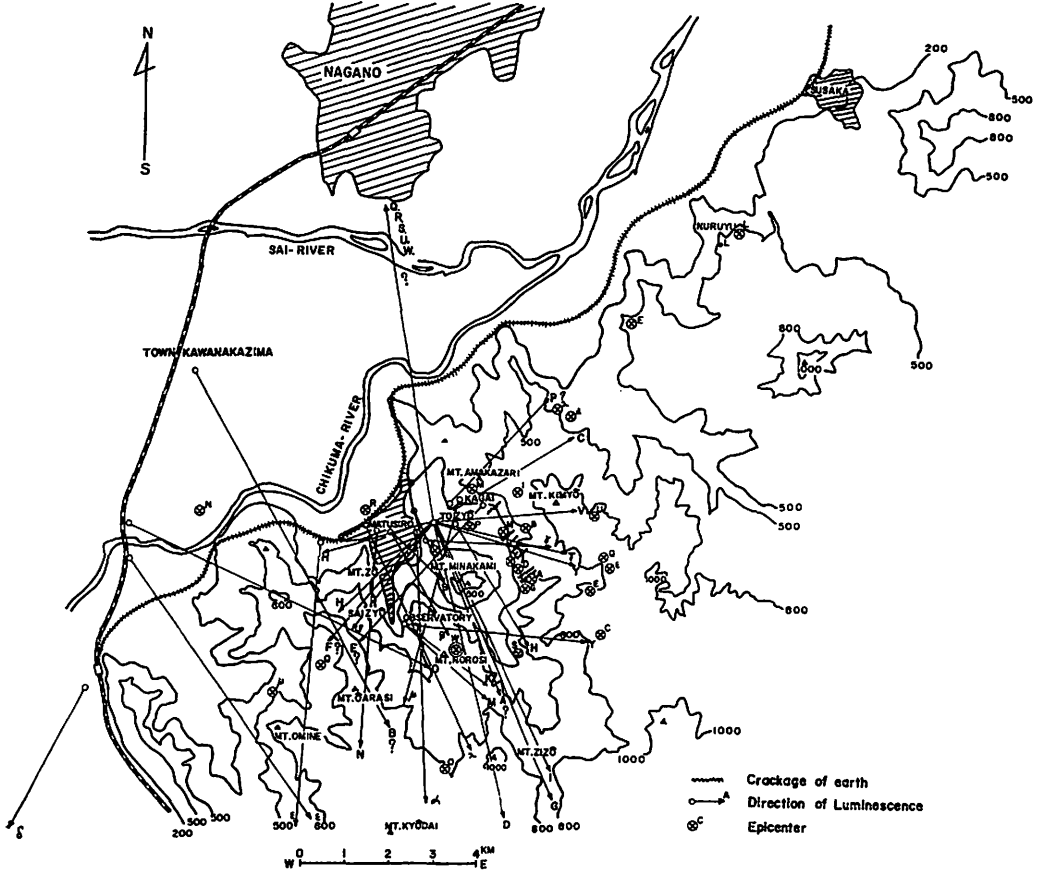


Fig. 4 The map of Matsushiro-Earthquake-Area

これによるとその数は大体は松代の地震活動の盛衰に伴って増減しており、8月・9月の他に1月も多く、全部が電雷の誤認とは考え難い。

次に起時別に第2表のごとく整理すると次の第5表のごとくになった。

Table 5 Occuring time of luminous phenomena

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
time																										
number		1	1	1	5	4	2												3	5	4	2	1	3		

これによればやはり夜間でも早晩と薄暮に多い。しかしの中には若干の薄明現象の誤認らしいものが含まれているようである。

天候別には快晴・晴の場合にもかなりの数が生じており、これらはまず電雷の誤認とは考えられない。

次に次のような諸点が要約できよう。

6.1 形と色と高度

形も色もいろいろであるが、大体は晴天の日に白色光球状のものが多い。高度は写真による地物のうつり方や数個例の多点観測からみても地上より高いものではなく、低空ないし接地現象とみられる。

著者は写真と目視により、この発光現象の形は前掲第2図により本体と周辺部にわかれ、本体は直径数十メートルぐらいの白色接地半球状のものであり、これが周囲の雲に反映すれば帯赤色、帯黄色、ピンク色の朝顔型、帯状、夕焼状に見え、雲におおわれなかった部分からの光が柱状に見えること、前掲第2図のようなものであり、半球状本体の位置が低いか、近くの山かげになって観測点から見えないときはその上方の反映色のみが夕焼状などに見えるものであろうと考えている。

6.2 継続時間

数十秒程度のものである。ごく短時間のもは曇天に多いので、これらは幕電誤認の可能性が多く、数十分継続のものは暁暮に多く、計算上薄明すれすれのものなので、これらには異常薄明も含まれている可能性がある。

6.3 光 度

明るいものもあり、暗いものもあり、また距離が不明なので照度だけしか知り得ない。栗林氏の撮影したものを撮影要素・現像定着要素と共に小西六写真工業株式会社に渡して大体の明るさを判定して貰ったところ、そのもっとも明るいものでも日没直後の夕焼空のほぼ $1/100$ 程度のものとの回答を得た。一方当所の大島汎海研究官が春分の日には栗林氏の使用したのとほぼ同性能の写真機を、絞り F1.8、シャッター速度 $1/50$ 秒で使用撮影したところ晴天の日の日没後13分頃の日没点付近の明るさが、絞り F1.9、シャッター速度2秒の栗林氏撮影の地震発光現象とはほぼ同じ明るさに写り、別に大島氏と高層気象台池田課長による観測に佐和九郎氏の照度理論を併用して日没後13分頃の照度はほぼ100ルクス、したがって地震発光現象の照度は明るいもので100ルクスの $1/50$ 秒対2秒の比、つまり大体1ルクス、せいぜい数ルクス程度のものでと推定してよいことがわかった。なお1ルクスの明るさはその方向の明るさにより新聞の活字がかなりの程度まで読める明るさである。

6.4 発光現象に伴う空電

松代の東方約30kmの浅間山中腹より軽井沢測候所への電磁地震計用遠隔架線があり、架線が空電を拾った時は記象されるようになっている。その記象によれば松代で発光現象があった場合はたいてい何かの空電を拾っている。しかし何サイクル範囲のものかは定かではないが、上述架線では10kc~20kcのものをもっとも多く拾われているようである。

なお発光現象が生じた時はその絶大多數が不連続線通過の前後であり、かつ風速が5m/s以下の時のみであることは注意を要しよう。

6.5 発光現象と地震との関係

発光現象の絶大多數は地震に関連して震前・震中・震後に生じているが、この群発地震は数分おきに有感であったから、どれの地震に関連したものかは定かではない。たとえばある地震に関しては震後であっても、次の地震の震前のものかも知れない。なお地震が強いから

発光現象も強いとはいえないようである。

発光現象は数個所で同一のものが観測されることがないので発光個所がつきとめられないが、その見えた方向はおおむね震央の方向とは食いちがっている。これは発光現象は震央で生ずる、つまりもっとも震動の強い所で生ずるとは限らないことを示している。

その一方第4図によれば発光現象がよく生ずるという地帯があるようで、これは震央には無関係であり、大体奇妙山一帯、地藏峠一帯、大嵐山一帯の三地域に多いようであり、おそらくこれらの地域の山際の端に沿って発光したものであろう。

なお発光現象が頻発した頃の震央の大部分は皆神山東方の地割れ地帯にあるが、発光現象をこの方向に見たものはほとんどない。

以上が発光現象の総括であるが、ここで以上一覧表にした諸例の全部が真の発光現象であったかどうかを鑑別せねばなるまい。著者はそれによって若干の疑わしいものを摘出してみた。しかしそれらは疑わしいというだけであって、他現象の誤認と断定はできないものである。

(i) 人工灯火

これは都市灯火の反映、アンテナなど構造物の灯、自動車の照明灯、航空機の翼灯の類である。

そのうち松代より望見される都市灯火は長野市の上空のものであるが、時刻的方向的に該当するものはない。長野市大峰の長野城の投光照明灯も同じである。航空機の翼灯のように移動点光源らしい報告もなかった。W(昭和42年1月12日)の長時間発光の方向は明らかに菅平スキー場の方向であったが、現象発見時直ちに同スキー場に照会したところ、ゲレンデ照明はしていないとのことであった。

判定の困難なのは遠くの峠道の自動車灯光の雲への反映であるが、 μ (昭和41年5月22日)の中の光芒移動状のものについては地藏峠におけるその可能性があると思える。

(ii) 電線スパーク・火事

関東電力・中部電力・県消防に依頼して調査していただいたが、該当するものはなかった。ただX(昭和41年10月26日)の場合は東村付近が停電となり、村民の中には電線のスパークではないかとの声もあったとのことであるが、詳細は不明である。

(iii) 地物発光

山崩れ、地割れなどによる発光と思われる可能性のあるのはL(昭和41年4月5日)のみであり、これも詳細不明で真偽がわからない。

(iv) 生理的錯覚

瞬間現象のものがないから、そうではあるまい。室内で半開きの窓硝子の反射であらぬ方向に明りが見えて錯覚を生ずることがあるが、今回の諸報告にはそのような事例は見当たらない。

(v) 空振環

夜間の月光ではまず空振環は生じまい。

(vi) 極光

今までに何回か述べたように、この発光現象は高空の現象ではない。また各機関の観測、

なかならず新潟大学弥彦山の彦坂教授の常時観測によっても該当するような極光現象は認められていない。

(vii) 天文的発光現象

月・薄明・黄道光・対日照・流星・明星などの類である。

筆者は発光現象時の太陽・月の高度と方位を計算し、その誤認の可能性のあるものを調べてみた。その結果、E (昭和41年1月6日) は記述は簡単ながその色調・形・位置から黄道光ではなかったかと思われ、 γ (昭和41年1月10日) は小雨の雲をとおして一時見えた月の誤認ではないかと思われる。B (昭和40年9月5日) は流星の誤認かとも思われる節もあるが、そうともいえない点もある。

対日照で、人目をひくような光輝現象はあるまい。

問題なのは薄明である。常用薄明時に雲の状態によってはその反射で地平線が明るく色づいて見える場合があることは周知の事で、Q, R, S, T (昭和41年9月6日) と U (昭和41年9月19日) は太陽の高度からみて薄明の可能性があり、とくに Q→T と日出時に近くなるにつれて明るさを増していることからその感を強くする。しかしその途中で時々数十秒間比較的明るくなっていることが数回あるのは、雲の状態変化によるのであろうか？ それとも真の発光現象が生じたのであろうか？ これは問題である。

(viii) 雷以外の気象的発光現象

日月暈・月光環・虹・彩雲・株虹・裏御光・細氷などによる光柱も夜間の発光現象であるが、A (昭和40年8月15日) のものが簡単な記述ながら株虹の疑いがあるぐらいのものである。

(ix) 電光

電光、とくに幕電の誤認ではないかと思われるものは相当に多く、中には長野地方気象台で付近電光ととった時のものもあり、栗林氏の撮影写真中には S (昭和41年9月6日) のように電光状に写っているものもある。しかし真の発光現象の中に電光がはいってもよいのではないかとの考えもなりたちうらと思う。昔の記事によれば大震に電雷を伴ったというのが多い。噴火・大火事を伴わない寒期の地震においてもそうである。すなわち地震には接地球電状のもの他に電雷を伴うこともあるとも考える。

(x) 夜光雲

Fogle と Haurwitz の報告 (Space Science Reviews 6, 1966) によれば、夜光雲は

- イ 高さは地上 82 km ぐらい。
- ロ 色はやや青味を帯びた白色、しかし地平線近くに見える時は淡くだいたい色に見えることもある。
- ハ 太陽の高度角は地平線下 $6^{\circ}\sim 16^{\circ}$ 、特に $9^{\circ}\sim 14^{\circ}$ の間に多い。
- ニ 見える方向は朝は北より東に移り、晩は西より北に移る。
- ホ 北半球では太陽の赤緯のもっとも大きい6月、7月に多く、5月前や9月後に観測された例はきわめてすくない。
- ヘ 北緯 45° より低緯度で観測された例は無い。

と要約される。

著者はこの発光現象は高空現象ではないと考えているし、また次の各例を上記イ～ニの基準に照らしても夜光雲の誤認ではないかと思われるものはなかった。

著者は以上(i)より(x)までの可能性をすべて検討してみたが、どうしてもそうとは考えられないものが15例あった。たとえば快晴で月もまだあがっていない深夜の光りものなどは他現象の誤認とは全然考えられず、どうしても地震に伴った発光現象であるとしか思えない。

7. 1965, 66, 67年の北信群発地震に伴った発光現象各論

著者が入手した北信群発地震に伴う発光現象の個々の事象について、第6章の一覧表の番号をおいて、以下に詳説する。

7.1 a 昭和40年8月15日18時30分

(観測者 松代町・荒川武氏, 自宅にて)

「18時30分頃、高遠山と鏡台山の中間あたりの山上が青白色蛍光灯様にパッと光った。稲妻とは明らかに異なっていたし、高圧線のスパークよりは時間がながかった。」

この時の天気は雲量3の晴、東風3m、太陽はちょうど地平線で方向は西より北に17°、月齢18の月は地平線下17°で方向は真東であり、明らかに月や太陽によるものではない。しかしその頃は周辺で雷声が時々聞こえていたといい、長野では電光を見、前橋では雷雨となっていたから、この発光現象は普通の雷雨の誤認との可能性が考えられる。第5図は荒川氏の記憶図であり、近くの家が発光時にはこれぐらいに見えたとの意味の由である。

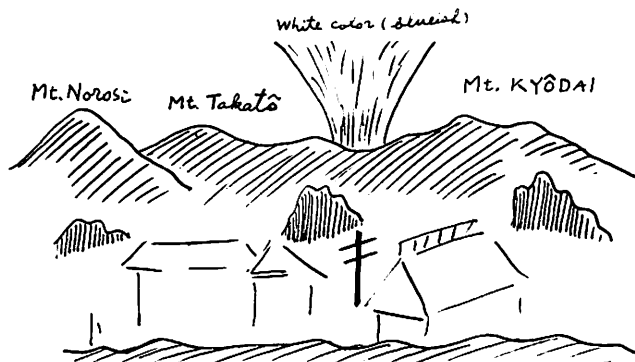


Fig. 5 Luminescence at 20 h 30 m, Aug. 15, 1965

(sketched by T. Arakawa)

18時28分の地震は震度0、震源方向は観測点の東北東5km、深さ5kmで発光現象の見た方向とはほとんど正反対である。

7.2 A 昭和40年8月18日19時19分

(観測者 松代町古川理髪店主, 自宅にて)

「19時19分松代町南方向皆神山頂付近に垂直な赤色帯状の光を見る。継続時間数十秒、数

十年前に見た浅間山噴火の状況に似ていた。」

この時は雲量4の晴、北風1.2m、太陽の高度角 -8° 、方位は北より西に 65° 、月齢18の月の高度角は -15° 、方位は北より東に 84° であったから、太陽・月共に発光現象の方向と大きく離れ、太陽・月・薄明の誤認とは考えられない。しかし時刻的には株虹(冥御光)誤認の可能性はある。この日の15時ごろ寒冷前線の通過があり、空にはCu(積雲)が散在しており、電光は19時ごろまで長野地方気象台で観測されていたから、7.1で α について述べたごとく電光誤認の可能性もある。

軽井沢測候所の遠隔記録式地震計のリード線でひろった空電(以降単に空電と記す)はその前後の地震19分, 20分, 21分のそれぞれに対応している。

この地震震源 \textcircled{A} は観測点よりの方位は真北より東に 82° 、距離3km、深さ5km、マグニチュード2.8のものであり、したがって発光の方向と震源の方向とには 40° ほどの差がある。

なお後日古川氏に会って詳細に聞いたことをつぎのごとく追記しておく。

「お盆で子供達があげた花火としては低すぎる。本式の花火のような高さで、光の先がスーッと上がるのではなく、下からサーチライトで照らしたような感じで明るく見えた。上が雲で下方から放射線に上がっていた。階下の家族を呼んで一緒に見たから、2分ぐらいは続いていたと思う。方向は皆神山の肩からちょっとはずれ、ノロシ山の方向であった。」

7.3 B 昭和40年9月5日19時18分

(観測者 川中島町吉村夫妻と長女、自宅にて)

「19時18分、松代町南方向の山から斜め右上 45° より帯状に光り、その先端は清野部落の上空に延びてパッと消えた。色はやや黄色を帯びた螢光灯色、ごく短時間、流星とははっきり区別できた。」

この時は雲量10の曇、西北西の風0.3m、太陽は高度角 -14° 、方位角は北より西に 70° 、月齢9.6の月は高度角 25° 、方位角南より東に 9° であったから、太陽・薄明の誤認ではない。19時ごろに地形性の寒冷前線が通過し、空電はそのごろの地震18分, 21分のそれぞれに対応している。

この地震(18分)の震源ははっきりしないが、マグニチュードは3.3であった。

吉村氏は「流星ではない」と見ているが、上記記述だけでは流星のようにも感じられる。しかしこの曇天で長い流星パスが見られるはずはないから、この現象は雲間現象としか思えない。したがって電光の誤認の可能性の方がむしろ強いが、地震に伴う発光現象でないとは断言できない。

7.4 C 昭和40年10月1日0時45分

(観測者 松代町栗林亨氏、自宅にて)

「0時45分雨鈴山と奇妙山の中間がまんじゅう状に光り、それより仰角 10° ぐらいに放射線型の光を放ち、中心は白色螢光灯のごとき明るさ、継続時間は約15秒」

この時は無風快晴、太陽は高度角は -53° 、方位角は北より東に 29° 、月齢5.5の月は高度角 -42° 、方位角北より西に 83° であったから、太陽・月・薄明の誤認とは考えられない。

空電は45分にあった。

地震は数分に1回の割合で生じていたが、0時54分の震源 \textcircled{C} は観測所より方位角 90° 、距離

4.4 km, 深さ 0.2 km で, 発光の方向と震源の方向には約 60° の差がある。

第 6 図は栗林氏によるスケッチである。この発光現象は明らかに地震に伴った発光現象であると考えられる。



Fig. 6 Luminescence at 0 h 45 m, Oct. 1, 1965
(sketched by T. Kuribayashi)

7.5 D 昭和40年12月4日23時48分

(観測者 松代町栗林亨氏, 自宅にて)

「23時48分松代町南東方向地蔵峠より南南東高遠山にかけて帯状に発光。下方は白色照明弾のごとき明るさ, 上部は淡灰黄色, はじめまんじゅう状の輝白色部が見え始めてから次第に高くなり仰角 10° ぐらいになったが, また見ているうちに下方輝白色部が次第に低下していった。発光継続時間は約20秒」

この時は雲量10の曇, 北東風 4 m, 太陽の高度角は -75° , 方位角は北より東に 12° , 月齢 11.5 の月は高度角 34° , 方位角は南より西に 68° であり, 太陽・月・薄明の誤認とは考えられない。この地震(45分)の震源①は加賀井より方位 168° , 距離 1.9 km, 深さ 4.7 m, マグニチュード 3.3 で発光の方向と震源の方向には約 30° の差がある。

なおこの日は寒冷前線が次々に通過しており, 空電は47分と49分にあった。

この発光現象は栗林氏により世界で初めて撮影された。

別刷写真1は栗林氏が23時50分に輝白色光球の見始めを撮影したもので, オリンパスペン D, F 1.9, 開放, ∞ で4秒露出, フィルムはフジネオパン SSS を使用した。この写真右方の光点は皆神山の水銀灯 700W の献灯である。なおこの献灯は最大輝時には自動点滅装置が働いたためか一時消灯になったぐらい, 周囲は明るかった。

別刷写真2はその後数秒たった最光輝時のもので, 前図より少し距離をおいた地点に移動して広角レンズを望遠レンズに変えて撮影したもので, 撮影要素は前と同じであった。

7.6 E 昭和41年1月6日

(観測者 東築町塚原氏, 加賀井温泉にて)

「19~20時, 西条方向に帯状青色のぼけた光をみた」

この時は雲量6の晴, 西風 2.2 m で, 19時の太陽の高度角は -32° , 方位角は北より西に 85° , 月齢 14.5 の月は高度角 40° , 方位角は南より東に 85° であったから, 太陽・月・薄明の誤認ではないが, 位置および記述により黄道光の誤認ではないかとも考えられる。もっとも空電は19時30分頃に多く, その頃寒冷前線の通過もあり, 空に Cu も多かったので遠くの電

光を誤認したという可能性もある。

地震は 19 時 36 分、39 分にそれぞれ震度 I のものがあり、前者の震源は加賀井より南東 5.0 km、深さ 3.8 km、後者は北東 3.9 km、深さ 3.4 km でいずれも発光方向とほとんど反対である。

7.7 F 昭和41年1月7日22時41分

(観測者 松代町東条栗林亨氏, 自宅にて)

「22時41分鏡台山・象山一带の山上が仰角5~7°の間で淡い夕焼状に光った。継続時間約25秒, 光は弱くて写真には感光していない。」

この時の太陽は高度角-69°, 方位は北西, 月齢15.7の月は高度角66°, 方位角は南より東に70°であり, この発光現象が月光の誤認とは考えられない。しかし天候は雲量10の曇時々小雪が降っており, 風は南南西の1.7 m, 不連続線は22時頃に長野付近を南下しており, 長野地方気象台では22時半より23時半までの間に南方より東方にかけて稲妻を観測している。空電はこの前後に多いが, この前後に地震はない。

したがってこの発光は雷の誤認の感が強い。

7.8 β 昭和41年1月8日22時43分

(観測者 松代町東条, 相沢睦男氏等)

「22時43分頃蛭川の堤防上を通行中震度IVの大震があり, その直後前方の皆神山麓北西方の町営住宅が青味がかかった幅の広いヘッドライト状の光でくっきりと浮かび上がり, 皆神山の山肌もはっきりと昼間のように見えて, あれはどこの建物と識別できるほどであった。自動車のヘッドライトよりも広く明るく, 震動中だけ明るかった。幅は約300 m, 高さは大体100 m 以上, 発光継続時間は9~15秒, 同町の白沢千代さんも見ていた。雷声のような音は聞こえなかった。」

この時は雲量3の晴, 西北西風1.5 m で, その少し前まではしゅう雨が時々降っていた。太陽は地平線下76°で方位は北北西, 月齢17の月は地上73°で, 方位は南東であった。

この地震の震源は加賀井の南東1.3 km, 深さ1.0 km で, この発光現象の見えた方向とほぼ同じであるが, 後述するように震源付近での発光ではないと思える。

第7図は相沢氏の記憶図で, この時は発光が皆神山の手前で生じて, まわりが明るくなったものとの感じである。図の中央あたりが詳細に書いてあるのはそこら辺りがよく見えたとの意趣であって, 皆神山頂とか側方は暗くなっていた由である。

このような現象は Galli の分類には記載されていない。このように周りがパッと光るといのは, 近くの雷によるのが普通であるが, そうとするにはこの現象には雷声がなかったし, また継続時間がながすぎる。しかしほとんど満月であり, 月の方向からしてたまたまそれまで月面をおおっていた厚い雲(積雲)がしばらく月面から離れていたとの可能性も否定できないが, そうするとその周囲が暗く見えたというのがちとおかしい。著者はこの発光現象はたまたま観測者が発光物のごく近くにあった例ではないかと思っている。

なお松代町伊勢町の山上哲生氏と隣家の関正夫氏も同時刻にこの光を無関係におたがいの家で見ており, 山上氏は次のごとく報告している。

「地震で二階の窓から外を見たら, ノロシ山の方向に青白くピカリと光る光を見た。はじ

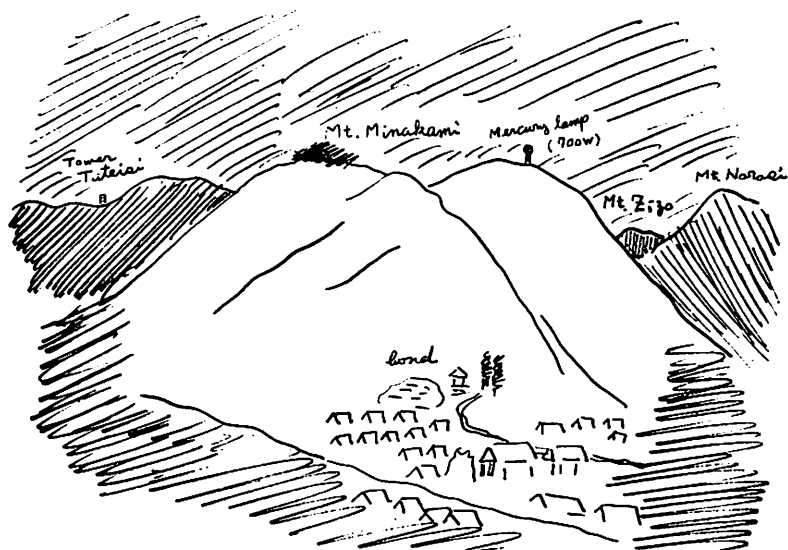


Fig. 7 Luminescence at 23 h 34 m, Jan. 8, 1966 (sketched by M. Aizawa)

めは西寄りであり、光は広がり東方白鳥神社の方へ移り、次に皆神山付近でピカリと光った。3回ぐらい光ったと思う。こんなことは初めての。」

7.9 γ 昭和41年1月10日19時30分

(観測者 松代町瀬関中村正氏、路上で)

「19時30分前後、松代町より瀬関に向かう路上で東方の皆神山向かって左方保基谷岳頂上あたりに火事のような赤い色で、その上部が硫黄のように黄色に見える発光物を見た。継続時間は約10分間、発光物の幅は約1 kmに見えた。」

この時は小雨で西南西風の6.0 m、不連続線がその頃に南下通過している。太陽の高度は -32° 、方位はほぼ真西、月齢18.5の月は高度 -2° 、方位は真東より北に 20° であった。したがってこの発光体の位置と月の位置はきわめて近く、発光時間が長いことからして、この発光は雲の背後の月影または月光環の誤認の可能性がある。地震はその前後にはなかった。

第8図はその記憶図であり、赤色部の周辺は淡い夕焼状に見えたという。

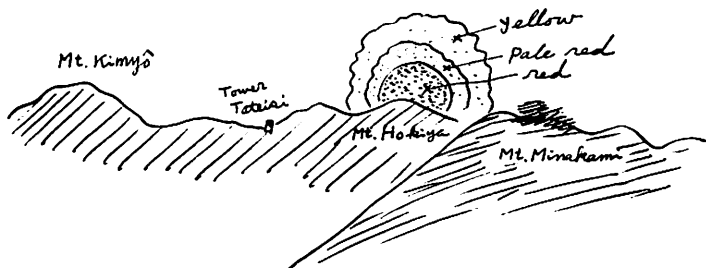


Fig. 8 Luminescence at 19 h 30 m, 10. 1966 (sketched by M. Nakamura)

7.10 G 昭和41年1月22日3時20分

(観測者 松代町東条栗林亨氏, 自宅にて)

「3時20分皆神山頂付近に白色光球状のものが現われ光輝を増してゆき、また次第にさがっていった。継続時間は比較的ながく、約97秒であった。」

この時は快晴、西北西風1.8 m、太陽は高度角 -47° 、方位角は北より東に 79° 、月齢0.1の月は高度角 -53° 、方位角は北より東に 83° であって、太陽・月・薄明の誤認ではなく、真の地震に伴う発光現象と思える。

地震は2時50分、3時00分、16分、17分、空電は2時53分、55分、3時05分にあり、3時17分の地震の震源 \odot は加賀井より 163° の方向、距離2.2 km、深さ3.0 km、マグニチュード3.3で、発光方向と震源方向には 20° ほどの差しかない。

別刷第3図はそのもっとも明るかった頃のもので、栗林氏の撮影要素はオリンパスペンD 2型、F 1.9、SSS 露出時間は約 $\frac{1}{8}$ 秒であった。

7.11 H 昭和41年1月27日2時半頃

(観測者 松代町瀬関中村けさ子氏, 自宅にて)

「2時半頃皆神山南西方に高さ9尺ぐらい、直径7~8寸の丸い火柱が見えた。色は夕焼のような赤さで、9尺ぐらいの上はぼうとぼやけて約3尺ぐらいあった。光は約10分ぐらい続いていた。」

この記述では「皆神山の南西方」とあるが、中村氏の見た個所からは南南東、皆神山南東方赤柴の方角にあたる。

この時は曇量(Cu)3の曇で雪が降っており、東北東風4.7 m、太陽は高度角 -52° 、方位角は北より東に 71° 、月歳5の月は高度角 -51° 、方位角は北より西に 35° であり、これら

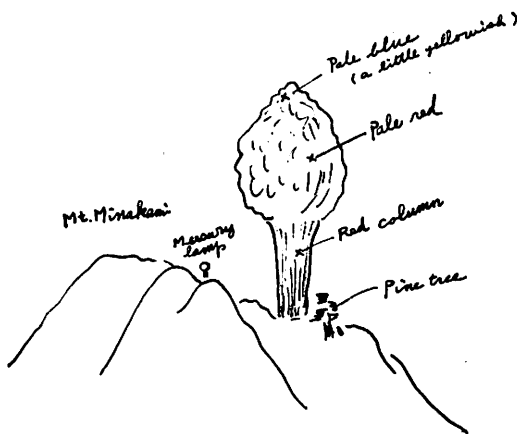


Fig. 9 Luminescence at 2 h 30 m, Jan. 27, 1966
(sketched by K. Nakamura)

の誤認ではない。気温・天気よりすれば皆神水銀灯の回折現象(光柱)の疑いももたれるが、赤色というからそうでもあるまい。それにしても継続時間10分とは不思議な感じがする。この前後に空電はなかった。またこの直前の地震はマグニチュード3であったが、その震源はわからない。

第9図はその記憶図で、基部は赤色、筆の穂先状の上端はやや黄色を帯びた淡い青白色であった。この形ははなはだ怪異であるが、著者は下方の光柱によって照らされた雲の部分だけが筆穂状に見えたものと考えている。

7.12 I 昭和41年2月7日4時21分

(観測者 松代町東条栗林亨氏, 自宅にて)

「4時21分頃地震直後地蔵峠頂上付近ピンク色に朝顔型にひろがる。継続時間26秒」

この時は雲量4のにわか雪、北北東風の4.5 m、太陽は高度角 -29° 、方位は真東、月齢16.2の月は高度角 45° 、方位角は南より西に 72° であり、太陽・月・薄明の誤認ではない。なおこの頃に寒冷前線の通過があった。

地震は4時19分、21分とその前後にも1、2分おきに頻発したが、空電は4時20分38秒のみであった。

この4時19分の震源①は加賀井より方位角 83° 、距離0.8 km、深さ2.4 kmで発光方向と震源方向にはほとんど直角の差がある。

別刷の写真第4図は栗林氏がもっとも光輝の強い頃にカラーで撮影したもので、カメラはオリンパスペンD、F 1.9、UVフィルター併用、開放 ∞ 、露出時間2秒、フィルムはスクラカラーN、ASA 100であった。

なおこの時は光球状のものは認められなかった。

7.13 J 昭和41年2月12日4時17分

(観測者 松代町東条栗林亨氏、自宅にて)

「4時17分地震直後松代町西方妻女山付近が仰角 5° ぐらいまでかなり広い範囲(数キロメートル幅)に夕焼けのごとき色を示し、夕焼けの中でももっとも複雑などすぐらい色に見えた。継続時間は35秒」

この時は雲量10の曇天でにわか雪、北風1.2 m、太陽は高度角 -29° で方位は真東、月齢21.2の月は高度角 35° で方位角は南より東に 20° であって、太陽・月・薄明の誤認ではない。なおその後しばらくして寒冷前線が通過している。

震源不明の地震は4時25分にあったが、空電はなかった。

別刷の写真第5図は栗林氏の撮影したもので、撮影要素は7.12のIと同じである。

7.14 0 昭和41年2月23日20時53分

(観測者 更埴市桜堂花岡正志氏夫妻、自宅前にて)

「20時53分自宅前より見ると冠着山、姨捨山、聖山一帯が幅6 kmにわたり満月光のような淡黄色を帯びた螢光灯色様に約3分にわたって発光し、その近くの山肌がくっきりと山の頂上より山麓まで満月に照らし出されたようにすべての地物、山のひだ、樹木、家屋などが望見識別され、腕時計によって時刻まで読みとれた。明るさは一様ではなく途中2、3回パッと明るくなった。」

発光個所は花岡氏の所より割合近いものと思える。もし山の後方で発光したのならば山はシルエットとして見えるはずである。

この時の天気は快晴で北東風の4.7 m、太陽は地平線下 41° で西北西、月齢3.1の月は地平線下 11° で方位は西より北に 8° であり、まず日・月の誤認とは考えられず、また高気圧の張出し中ではあったが雷はありそうにない。なお該当するような地震はなかった。

7.15 K 昭和41年3月13日夜半

(観測者 松代町中島正栄氏、観測所付近にて)

「夜半観測所玄関前からのろし山の方向に地鳴りと同時に赤みがあった光を見た。稲妻とはちがうと思う。」

この日の夜半は雲量10で時々しゅう雨があり、付近には寒冷前線があり、Cuが発達して

いた。

空電は多かった。

観測時刻が判然としていないので太陽や月の位置は計算できなかった。

この日の強い地震の20時38分の震源⑩は加賀井より方位243°、距離1.6 km、深さ3.7 km、マグニチュード3.5であり、発光方向とその震源方向には90°以上の差があった。なお「稲妻とはちがうと思う」との談であるが、雲の状態からみて雷誤認の可能性はある。

7.16 e 昭和41年3月28日21時02分

(観測者 更埴市桜堂花岡夫妻等、路上にて)

「長野より屋代への自動車での帰途、千曲橋を渡ってすぐ鏡台山・五里ヶ峯・一重山のりょう線がくっきりと見えた。近くの両親(花岡氏の)もこれを見ている。21時30分にはまだ少しは明るかったが、21時50分にはもうまっくらになっていた。」

この時は雲量7の晴、国は南西風4.5 m、太陽の高度角は -34° で方位は北西、月齢6.3の月は 32° の高度で方位は真西より南に 9° であり、太陽・月の誤認ではないことは明らかである。

地震は震度Ⅰのものが21時08分にあり、その震源は加賀井の南東3.2 km、深さ4.0 kmであり、震源方向と発光方向とはほとんど直角である。

第10図はその始めの頃の記憶図である。松代町象山駅付近よりも数名の学生が同じように見た由であるが、いずれも山のりょう線がシルエットの輪廓として見えたというのであるか

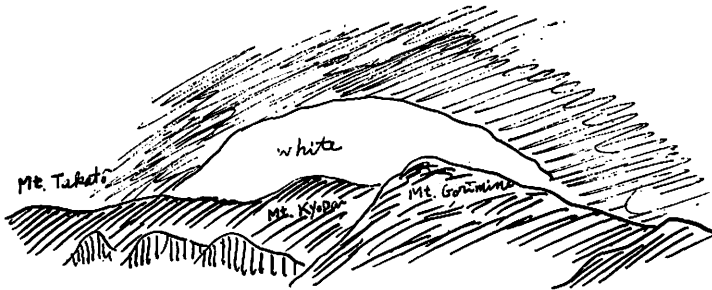


Fig. 10 Luminescence at 21 h 20 m, Mar. 28, 1966
(sketched by M. Hanaoka)

ら、光源は鏡台山連峯より南らしい。この方向を南に延長してゆくと鏡台山より約15 kmにして上田市がある。7.14の*θ*場合と異なってこれは上田市の夜間都市光の異常屈折なるやとの懸念も持たれる。

7.17 L 昭和41年4月5日

(観測者 若穂町某氏、温湯にて)

「若穂町で震度Ⅴの地震の時、温湯(ぬるゆ)地区で地割れから光が出た。」

これは清水氏の「地割れ発光説」にあいそうなただ一つの例なので、詳細な状況を知りたく努力したが、ついにだれがいつどのようなものを見たのか判然とし得なかったことはまことに遺憾であった。

しかし地割れからの噴水との噴出水蒸気が灯火に照らされてほのかに光ったぐらいのもの

ではないかと考えている。

この震度Vの地震は17時51分で、震源は若穂町北部、妙徳山北西 3 km、深さ 4 km であり、観測地点の温湯と一致している。

7.18 λ 昭和41年4月16日20時30分

(観測者 松代町東条下条宣子氏、路上にて)

「自動車で尾代に行く途中、南方上空が急にポーと明るくなったかと思うとまた暗くなる現象を20時30分より30分間に7、8回見た。色は夕焼け色でしまのようになり、だいたい色にもなった。1回の発光時間は10~15秒」

この時は雲量6の積雲の晴、東北東風の2.3 m、北陸沿岸にあった不連続線がちょうどこの頃に松代を通過南下している。太陽の位置は高度 -24° 、方位は北西、月齢25.3の月は高度 -67° 、方位は真北であり、太陽や月の誤認のおそれはないが、気象状態よりみて幕電誤認の可能性はある。もっとも1回の発光時間が10~15秒というのは幕電にしてはながすぎる。

震度のI地震は20時33分にあり、震源は加賀井の北々東 3.1 km、深さ 2.8 km で震源方向と発光方向とはほとんど正反対になる。

第11図はその記憶図で、鏡台山はシルエットとして出ていた。方向は上田方向であり、一見山火事のようにであったが火事はなかった由である。



Fig. 11 Luminescence at 20 h 30 m, Apr. 16, 1966
(sketched by N. Simozyo)

7.19 M 昭和41年4月20日20時50分頃

(観測者 松代地震観測所相原尚美氏、構内官舎にて)

「20時50分頃観測所玄関前からノロシ山頂に光約10秒間継続、中心赤紫色、周囲白色の球状」

この時の天候は快晴、西北西風 1.5 m、太陽の高度角は -27° 、方位角は北より西に 50° 、月齢29.3の月の高度角は -29° 、方位角は北より西に 53° であったから太陽・月・薄明の誤認とは考えられない。

空電はなかった。

この地震(20時51分の震源は①加賀井より方位角 315° 、距離0.3 km、深さ3.1 km、マグニチュード2.9であり、これに近いもう一つの地震(20時35分)の震源②は同じく方位角

153°, 距離 0.9 km, 深さ 3.0 km, マグニチュード 3.5 で共に発光方向と震源方向は随分異なっている。

第12図はそのスケッチである。

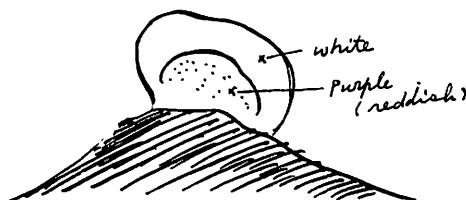


Fig. 12 Luminescence at 20 h 50 m, Apr. 20, 1966
(sketched by N. Aihara)

7.20 μ 昭和41年5月22日21時58分

(観測者 神戸市白庄司正雄氏, 松代荘にて)

「21時58分地震直後南方ノロン山一帯の地平線が淡い赤色に発光, 瞬間的な光5, 6回, その後サーチライト状の光ぼうが西方より東方に回るのが見えた。当時聞いていた中波ラジオには雑音ははいらなかった。」

この時は雲量10の小雨断続, 太陽の高度角は -31° , 方位は北より西に 30° , 月齢2.1の月は高度角 -12° , 方位は北西で, 発光方向は大體南, また21時57分の震源は地震観測所より南より西に 65° , 距離 3.2 km, 深さ 7.4 km であり, 電源方向と発光方向との間には約 30° の差しかない。

なお長野地方気象台ではその夜は雷を観測していない。

7.21 N 昭和41年8月3日1時32分

(観測者 松代地震観測所酒井吉男氏, 松代駅付近にて)

「1時30分震度Ⅲの地震直後というよりむしろその震動末期の1時32分に西条大嵐山頂上に赤味がかっただいだい色の火球を見る。継続時間約1分。山の向こうの火事のようなであった。最初は火球はやや小さく後光が射しているようであったが, 後はやや大きくなり後光は消えた。当時雲は厚く, 雲向は北であった。」

この時は雲量10, 東北東風 2.3 m, 北方に寒冷前線があり, 太陽の高度角は -31° , 方位角は北より東に 27° , 月齢15.5の月は高度角 35° , 方位角は南より西に 5° であった。観測者の談では月影は別にうかがわれた由であり, 同地より大嵐山方向をながめた場合の山頂の高度角は 15° ぐらいであるから, 月光の誤認とは考えられない。

この地震(1時29分)の震源 N は観測所よりの方位角 333° , 距離 5.3 km, 深さ 3.4 km, マグニチュード 3.6 で発光方向と震源方向とはほとんど正反対である。

空電は地震とよく一致している。

第13図は酒井氏の記憶図である。

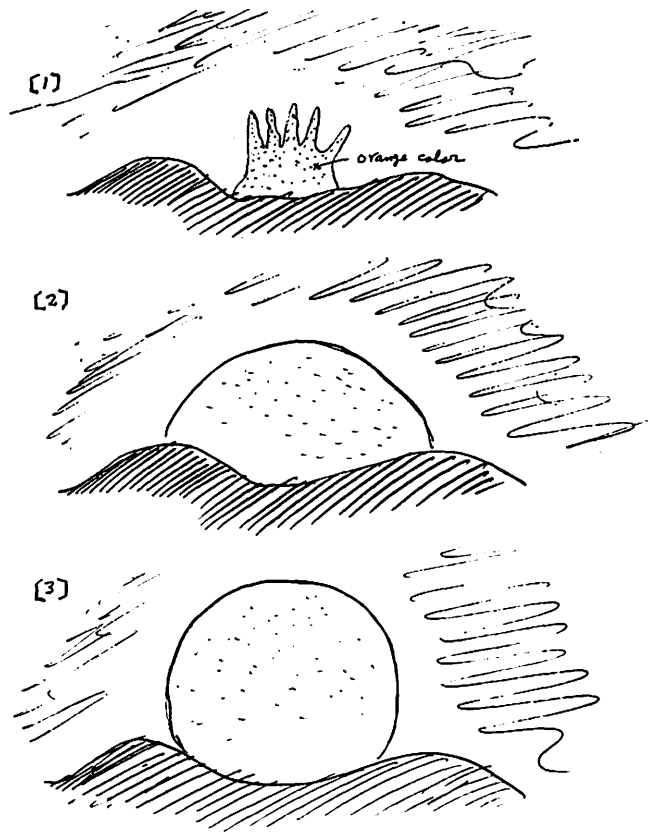


Fig. 13 Luminescence at 1 h 30 m, Aug. 3, 1966
(sketched by Y. Sakai)

7.22 〇 昭和41年8月3日3時48分

(観測者 篠井市旧篠井水野氏夫妻, 自宅にて)

「3時48分西条方向に光を見た。水野氏の感覚ではピカピカと、水野夫人の感覚では下方からフワリと光ったとの感じ。」

この時の天候は前の酒井氏の場合と同じく、太陽の高度角は -12° 、方位角は北より東に 56° 、月齢15.5の月は高度角 25° 、方位角は南より西に 41° であったから、太陽・月・薄明の誤認とは考えられない。

3時48分の地震は震源が高遠山付近で深さ3~4 km、マグニチュード5.0であり、震源方向と発光方向には大きな差はない。

空電時刻は発震時と一致している。

7.23 〇 昭和41年8月16日3時23分

(観測者 松代町東条栗林亨氏, 自宅にて)

「3時23分に32秒間、3時29分に16秒間、妻女山・篠井市上空一帯が幅4 km にわたって

夕焼状に発光した。しかし2月12日の時よりずっと暗く、写真撮影には失敗した。」

この時は全天曇、西南西風5.7 mで4時過ぎから小雨となっており、天気図によれば長野付近には不連続線が走っている。太陽の高度角は -19° で方位角は東より北に 35° 、月齢28.5の月は高度角は -11° で方位は太陽とほとんど同じなので、この発光現象は太陽・月・薄明の誤認ではない。

震度Ⅱの地震は3時18分にあったが、その震源は不明である。

7.24 P 昭和41年8月20日19時50分頃

(観測者 松代町東条丸山氏、自宅にて)

「19時50分頃尼巖山方向に青い光を見た。」

この時は快晴、西風5.0 m、太陽の高度角は -15° 、方位角は北より西に 61° 、月齢3.9の月の高度角は 16° 、方位角は南より西に 68° であったから、太陽・月・薄明とか黄道光の誤認とは考えられない。

19時50分に震度Ⅳの地震が二つあったが、一つの震源は皆神山北方1 km、地下2 km、今一つの震源は鳥打峠付近で、共に観測点よりの発光方向と震源方向にはずいぶん差がある。空電時刻は一致している。

7.25 Q. R. S 昭和41年9月6日早朝

(観測者 松代町東条栗林亨氏、自宅にて)

「4時36分より長野市上空幅4 kmにわたって仰角 $2\sim 5^\circ$ に後方山りょう上が帯状にだいたい色に輝いているのを見る。継続時間28秒で一度うすれたが、4時40分より17秒間再び同様に光り、5時01分、20秒間三度同様に光り始め、長野市後方の戸隠、飯綱山が肉眼でははっきり確認できるようになった。」

この頃の天候は雲量10の中層雲、西風6.0 m、4時36分の太陽の高度角は -9° 、方位角は東より北に 16° 、月齢20.3の月の高度角は 67° 、方位角は南より西に 34° であり、5時01分の太陽の高度角は -5° 、方位角は東より北に 13° 、月の高度角は 64° 、方位角は南より西に 46° であった。したがってこの現象は月とは無関係のようであるが、太陽からすればすでに薄明範囲であり、雲の去来による反射などによって時々空が特に明るく見えるということも可能であろうし、また薄明弧の通過の際に特に明るく見えるということも可能であるので、この発光現象は薄明現象の誤認との可能性が相当にある。



Fig. 14 Photograph at luminous phenomena accompanied with earthquake at 4 h 36 m, Sep. 6, 1966 on Matsushiro (photographed by T. Kuribayashi)

4時37分の震度Ⅰの地震の震源は観測所より東北東4.9 km、深さ4.0 km、4時41分の震度Ⅰの地震の震源は観測所より北北西3.1 km、深さ3.1 km、4時58分の震度Ⅰの地震の震源は観測所より真東2.5 km、深さ3.8 kmで、いずれも栗林氏宅からみて長野方向とほとんど反対の方向である。

空電は3時より4時にかけてあったが、4

時を過ぎてからはごく弱くなった。

第14図は栗林氏が4時36分に撮影した色彩写真である。

7.26 T 昭和41年9月6日5時01分

(観測者 松代町東条栗林亨氏, 自宅にて)

「7.25のSの発光現象とほぼ同時に奇妙山や南方立石の山りょう上が幅1kmにわたり黄白色蛍光灯様に帯状に光り、約12秒で消滅した。その明るさは月齢12の月が山陰より出る4~5分前ぐらいの明るさであった。フィルムを使用しきったところだったので写真の撮影はできなかったが、露出3秒で撮影可能と思われる。」

7.25のQ.R.Sと同じようにこのT現象もその位置からみて薄明の誤認ではないかとの疑念が強い。特にQ.R.S.Tと時刻の進むにつれて発光の光度が増している点でその感を強くする。

7.27 U 昭和41年9月19日18時21分

(観測者 松代町東条栗林秀樹氏他, 自宅にて)

「18時21分7.25のQとはほぼ同じ個所、つまり長野市一帯が幅4kmにわたりだいたい色に輝いた。継続時間は短時間。同時に見た者付近の者約25名」

この時の天候は雲量9の積雲、北東風4.7mで時々わか雨が降っており、不連続線は長野を21時頃に南下している。太陽の高度角は -9° で方位は真西、月齢4.6の月の高度角は 21° 、方位は南西であり、太陽の高度角からみて薄明誤認の可能性がある。また写真を詳細に見ると2個所に電光柱状のものが写っており、不連続線に伴った雷雨群誤認の可能性もある。

地震は震度Iのものが18時24分にあり、その震源は観測所よりみて東より北に 13° 、距離5.0km、深さ5.5kmで、発光方向と震源方向はほとんど直角を示している。

第15図は栗林氏が18時21分に撮影した色彩写真である。

7.28 V 昭和41年9月26日3時25分

(観測者 松代町東条栗林亨氏, 自宅にて)

「3時25分自宅より東方愛宕山、尼飾山、奇妙山、立石、皆神山、ノロシ山一帯が96秒間白色蛍光灯のごとく山に沿って光った。光帯の仰角は $5\sim 15^{\circ}$ 、光輝中心部は尼飾山南部より皆神山中心部で白色半光球状にも見え、付近のちぎれ雲はかすかに帯赤色に着色しており、最輝時の40秒間は満月の明るさの3倍ぐらいだったと思う。腕時計の秒針がはっきりと読めた。」

この時は快晴、風は西南西風1.5m、太陽は高度角 -27° 、方位角は北より東に 69° 、月齢11.6の月は高度角 -13° 、方位角は南より西に 75° であり、太陽・月・薄明の誤認とは考え



Fig. 15 Photograph of luminous phenomena accompanied with earthquake at 18 h 21 m, 19 th Sep. 19, 1966 on Matsushiro (photographed by T. Kuribayashi)

られない。その前に弱い寒冷前線が通過したらしい。

地震は11分と37分でこの現象と直結したらしいものはなかったが、空電は23分、25分、26分、28分、29分と多かった。

栗林氏はこの発光現象をかなり暗い状態から最輝部となり、また漸次うすれている状態を数枚連続的に撮影したが、別刷の写真第6図はその最輝時の色彩写真で、使用カメラは魚眼レンズを付したニコンF・8、UV フィルター使用、露出は開放で36秒、フィルムはサクラカラーN (ASA 100) であった。

写真を詳細に見ると皆神山は黒々とシルエットで見え、奇妙山は相当に照らされているように写っている。この現象はそう高空のものではないと思えるから、この発光現象は奇妙山よりは手前であり、すくなくとも奇妙山よりずっと遠くで生じたものとは考えられない。

7.29 W 昭和41年9月28日20時10分

(観測者 松代町東条栗林亨氏、自宅にて)

「20時10分より30分間ほどの間に長野市上空、北方の山りょう上に1分間に3回ぐらいの割合で数十回稲妻状、ピンク色のスパーク様のものが出現、高度はきわめて低く山りょう上すれすれ、写真は発光度が弱いため撮影に成功したのは色彩で露出8秒のもの1枚だけであった。」

この時の天候は無風、晴で、太陽の高度角は -29° 、方位角は北より西に 69° 、月令14.8の月は高度角 25° 、方位角は南より東に 67° であった。したがって太陽・月・薄明の誤認ではない。また長野地方気象台ではこの頃に雷は観測していないし、長野市の電力会社に照会したところ電線スパーク事故はなかったとのことであった。

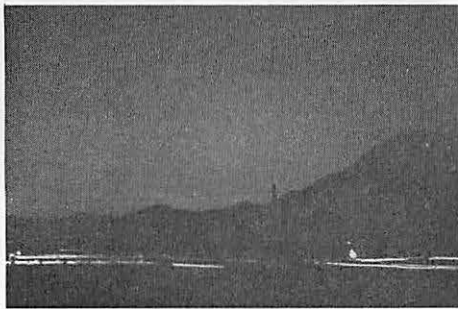


Fig. 16 Photograph of luminous phenomena accompanied with earthquake at 20 h 40 m, 28 th Sep. 1966 on Matsushiro (photographed by T. Kuribayashi)

19時41分の地震源⑩は観測所より方位角 253° 、距離2.2 km、深さ3.8 kmで発光方向と震源方向との間には大きな差があった。

20時19分には震度Ⅱの地震があり、その震源⑪は観測所より方位角で東より南に 36° 、距離1.4 km、深さ3.4 kmでこれまた正反対方向である。

20時29分にはかなり強い空電があった。

第16図は栗林氏が20時40分に撮影した色彩写真である。

7.30 X 昭和41年10月26日3時04分

(観測者 東村の某氏——信濃毎日紙上)

「3時04分の地震の際東村では多くの人が発光現象を観測した。東村では地震と同時に停電しており、電線スパークとの見方が強い。」

この時の天候は雨で、太陽の高度角は -36° 、方位角は北より東に 77° 、月齢10.9の月の高度角は -1° 、方位角は南より西に 83° であった。

この震源は東村に近く、空電も多い。

長野よりもこの方向に稲妻を望見したそうで、どうもこれは調査の対象には不向のようである。

7.31 Y 昭和42年1月12日18時30分

(観測者 松代町東寺尾小川イツオ氏はじめ多数)

「栗林氏宅より見るに18時30分より東方立石より南方の堀切山上空一帯が幅約2kmにわたり仰角山りょう上5~7°ぐらいに青味がかった螢光灯様の色に带状に約1時間半輝いた。」

松代町でこれを見たものは地震観測所竹花所長をはじめ数ははなはだ多い。松代町各地で一同の見た方向を総合すると菅平スキー場の方向になるが、菅平スキー場に照会したところ夜間点灯はしていないとのことであった。光度が比較的強かったのは約10分間であったが、それでもその写真撮影には5分余の露出を要した。

18時の天候は雲量10の高層雲、静穏であり、弱い不連続線がその後に通過している。18時30分の太陽の高度角は -8° 、方位角は西より北に 22° 、月齢1.1の月は高度角 -6° 、方位角は西より南に 23° であった。太陽・月の沈んだ方向はこの発光現象の方向と正反対であり、薄明としてはその後なお1時間も続いた点が解しかねるが、雲の分布によっては反対方向に余光が残ることもありうるかも知れない。しかしどうも薄明の誤認とは受取り得ない気がする。

この前後には地震はなかったし、空電もなかった。大分前の17時32分の震度Iの地震の震源は観測所より北東2.6km、深さ4.7kmで、各地の見た方向と震源方向は一致していない。

第17図は栗林氏が18時30分に5分の露出で撮影した色彩写真である。



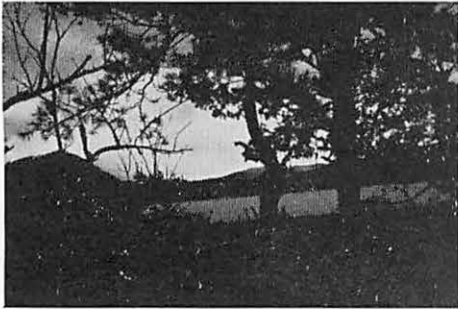
Fig. 17 Photograph of luminous phenomena accompanied with earthquake at 18 h 30 m, Jan. 12 th 1967 on Matsushiro (photographed by T. Kuribayashi)

7.32 発光現象の時間的経過(昭和40年12月4日23時48分)

これらの発光現象の生じはじめはどうであったかは確認されていない。それは明るくなってからはじめて注目されるものであるからであり、したがって徐々に光を増すものであるか、急速に発光するものであるかはわかっていないが、多くの人の談ではかなり急速に、突如として発光したものが多くとの感が深い。しかし中には7.28のV(9月26日の全天写真)のごとく東の山りょう上が何となく明るくなり、次第に輝度を増して満月の明るさの3倍ぐらいになったものもある。

これに対し消滅の状況の多くは栗林氏の撮影写真にその状況が現われており、おおむね輝部の高さの低下と共に全体の明るさも減じている。

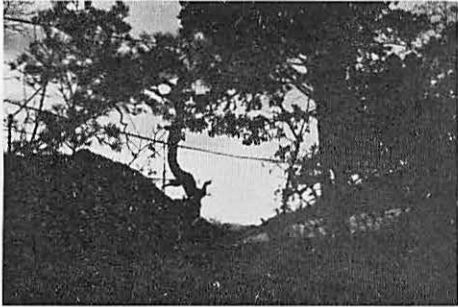
第18図は昭和40年12月4日のそれで(1)は発光後約4秒、(2)は発光後約6秒、(3)は8秒、(4)は10秒、(5)は11秒半、(6)は13秒、(7)は14秒半、(8)は16秒、(9)は17秒半、(10)は19秒、(11)は20秒半、(12)は発光後22秒のものであり、いずれもオリンパスペンD2、F1・9、露出は(1)、(2)、(3)は2秒、(4)~(12)は $\frac{1}{8}$ 秒、開放、フジネオ



(1) 4 second after beginning



(2) 6 sec. after



(3) 8 sec. after



(4) 10 sec. after



(5) 11.5 sec. after



(6) 13 sec. after



(7) 14.5 sec. after



(8) 16 sec. after



(9) 17.5 sec. after



(10) 19 sec. after



(11) 20.5 sec. after



(12) 22 seconds after beginning so vanished

Fig. 18 Process of luminous phenomena at 23 h 48 m, Dec. 4, 1965
(photographed by T. Kuribayashi)

パン SSS を使用した黒白写真である。

あ と が き

第1部においては「地震に伴う発光現象」の過去の観測例と先人の理論の大要ならびに今回の松代の発光例についての現象報告のみを記述した。その発光理論については次年の第2部でそれにふれたい。

最後に世界で初めての発光写真を提供された松代の栗林亨氏はじめ相原奎二氏他多数の観測例提供者に絶大の謝意を捧げる。

(追 補)

その後地震に伴う発光現象として次の2例の報せを受けたが、共に何かの誤認と思われる。

(i) 昭和43年1月5日23時30分と1月6日1時にそれぞれ30秒と1分半の間、千葉県市原市五井消防署望楼より東方に扇型茶褐色の発光を震度Ⅱの地震の際に望見し、他の人も別地点で見た由であるが、詳細については回答がなく不明である。これは常識上疑わしい。

(ii) 昭和43年2月21日の九州海老野強震の際真幸で発光があったという新聞記事があったが、その後同地に地震調査に赴いた地震課関谷薄氏に依頼して調べて貰ったところ、これはどうも地震後の人工灯火の誤認のようであった。

なお参考までに、後日入手したエビノ地震についての発光現象の報告を次のごとく抄出する。

(1) 京町の上原康彦談(他1名同時発見)

2月22日19時19分、第3回の強震直後、震源付近で地すべりのあった岡(高さ約70m)の上あたりが、ややピンク色を帯びた青白色半球状に2、3秒間発光。天気は曇天で小雨断続、第1回の地震で全町停電となりまっくら、自動車のライトではないと確言できる由。第19図が上原氏の記憶図である。

したがって(1)、(2)は同じ光りと思われるが、地すべり復旧工事の人工灯もそのあたりにあった由である。しかし両氏のスケッチを見ると発光現象は高さ、幅共数十mはあったようで、それほど広範囲の人工灯火は考えられぬので、矢張り真の発光現象であったようにも思える。



Fig. 19

(2) 亀沢の前島トミ子、宮原裕二他1名談

上と同じ時刻にやや赤味がかかった白色半球状の光を2、3秒間見た。発光の場所は上記上原氏の見た地すべりのあった岡群のほぼ斜め側面であった。第20図が前島氏の記憶図である。

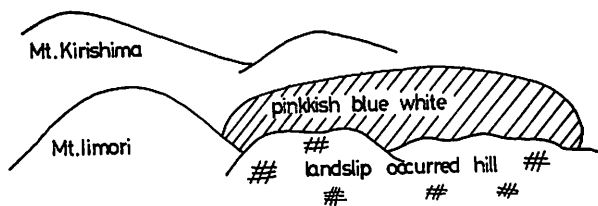


Fig. 20

A Study on the Luminous Phenomena Accompanied with Earthquake (Part I)

Y. Yasui

Abstract

Luminous phenomena accompanied with earthquakes occurred often at Matsushiro during 1965-1967. The author collected thirty-four examples and after several researches some of them might be unrelated phenomena, such as sheet lightning, meteor, twilight and zodiacal light, which are missconceived to be related. Excepting these cases, at least eighteen examples are considered to have real connection to earthquakes. He could not feel that the event of luminescence over a mountain area for several ten seconds in a clear and calm winter night was one of the physically known phenomena.

Generally the luminescences are as follows:

(i) The central luminous body is a semi-sphere with a diameter from several ten to several hundred meters contacting with the earth surface. The body is white. The reflection on a cloud in the vicinity is coloured, however.

(ii) The luminescence follows an earthquake. But its duration is several ten seconds.

(iii) Places in which the luminescence occur are restricted in the several areas, which are not the epicenter of the related earthquake. Those places are mountain summit composed of quartz-diorite with fault.

(iv) Spherics follows the luminescence generally. And it occurs frequently at the time of the pass of a cold-front.

(v) Magnetometer show no variation at the time of luminous phenomena.

T. Terada described thirty-five years ago that the phenomena might occur in the stratosphere, but the reports from Matsushiro show that the phenomena occurred on low atmosphere contacting with the earth and together with some increase of air-earth current. The author thinks that the luminescence is essentially an atmospheric electrical phenomenon, however the mechanism of the trigger action given by an earthquake is unknown at present time.