

黄录基 邓汉增 编著

地光

地震出版社

315.6
24

地 光

黄录基 邓汉增 编著

7425/35



地震出版社

1979

32770

内 容 简 介

该书概述了地光观察和研究的发展史，介绍了世界上几个著名的发光震例，详细地叙述了地光的特征、地光与其它发光现象的区别以及地光成因方面的几种假说，并扼要地讨论了有关地光监视和观测方面的问题。



地 光

黄录基 邓汉增 编著

地震出版社出版

北京三里河路54号

北京印刷二厂印刷

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

787×1092 1/32 4 1/2印张 图版1 100千字

1976年12月第一版 1978年12月第一次印刷

书号：13180·51 定价：0.45元

目 录

第一章	历史概论	1
第二章	地震发光现象	6
第一节	1911年德国施瓦本地震	6
第二节	1930年日本伊豆地震	8
第三节	1966年苏联塔什干地震	12
第四节	1969年美国圣-罗萨地震	14
第五节	1975年辽宁海城地震	17
第六节	1976年云南龙陵地震	20
第七节	1976年四川松潘地震	21
第三章	地光的特征	32
第一节	地光的类型及其形态	32
第二节	地光出现的时间	36
第三节	地光的空间分布特点	40
第四节	地光光源的光学特征	46
第五节	地光的光辐射伤害	52
第六节	发光地域的地形及地质条件	55
第七节	地光的天气背景	56
第八节	发光时伴随的现象	61
第九节	海发光	66
第四章	发光现象的鉴别	73
第一节	霞、虹	73
第二节	远闪、球形闪电	78
第三节	爱尔摩火光	83
第四节	砂、尘、雪的起电现象	85

第五节	极光、黄道光、流星	87
第六节	生物发光	94
第七节	高压电线走火、电焊光	95
第五章	地震发光的成因	97
第一节	概述	97
第二节	流动电位效应	100
第三节	压电效应	102
第四节	低层大气的激烈振荡	104
第五节	临震阶段低空大气发光的机理	106
第六节	火球的成因	112
第六章	地震与大气电场的变化	115
第一节	大气电场的概念	115
第二节	大气电场的周期性和非周期性变化	120
第三节	地震与大气电场的变化	126
第七章	地光的监视和观测问题	135
第一节	地光的临震监视	135
第二节	利用地光作临震预报的方法	137
第三节	地光的观测问题	138
参考文献		139

第一章 历史概论

许多强烈地震都伴随有发光现象，这种发光现象称为地震发光。在我国，人们习惯地简称为地光。在本书中虽然因循地光一词，但作者认为这是不够严格的，因为，一般说来在震前和震时地面上出现的发光现象并不全然与地震直接有关，而且地光易被人们理解为，光是直接从地下冒出来的。实际上这种地光只是地震发光现象中的一类。

地光的历史记载，在世界上以我国为最早。据《诗经·小雅·十月之交》记述，公元前780年（周幽王二年）陕西岐山地震时，“烨烨震电，不宁不令。百川沸腾，山冢萃崩。高岸为谷，深谷为陵”（诗中的“十月”系周历的十月，相当于现今农历的八月）。按通常例，岐山、宝鸡一带，雷暴一般集中在夏季，秋雷很少，十月之交出现雷电是不很合时令的，所谓“烨烨震电”，很可能就是指这次强烈地震前的奇异的声光现象。国外地震发光现象的最早记载出于罗马历史学家塔西佗（Tacitus，55—120年）的《编年史》（Annals）中，它记述公元17年小亚细亚地震破坏了十二个城市，且说当时有火光闪闪。日本的地震发光记载也很早，公元869年（贞观十一年）在《三代实录》对陆奥地区地震海啸的叙述中提到发光现象。据安井丰意见，日本的地光记录最早可追溯到1500年前。

人们还在很早以前就注意到利用地光现象来预测地震。我国有名的海原大地震（1920年）发生后，在重灾区的宁夏隆德县于震后辑修县志时专门写了地震方面的篇章，其中引

述了古人的震兆六端，其一日：“夜半晦黑，天忽开朗，光明照耀，无异日中，势必地震。”显然，这指的是与地震有关的大气发光现象，这种现象久已被人民群众所注意，说明它们是客观存在的。另据《日本地震史料》记载，1703年12月31日元禄地震（8.2级）前，有一位天文学家澁川根据天空中某种奇异的发光现象曾向幕府官员发出警告：当天夜里将有强烈雷暴或地震发生。尽管他将雷暴与地震归入一个范畴，但在当时注意到了地震与发光之间的关系，还是难能可贵的。

虽然如此，地震发光现象一直受到许多人的怀疑。他们认为目击者见到的发光现象不过是地震时由于惊恐而产生的一种幻觉。即便不这么看，在十九世纪以前许多有关地震发光现象的观察报告中，也多被解释为地方性的雷暴。自从电力广泛使用以后，怀疑论者又认为地震时发光现象是输电线的打火造成的。也有人把它们认为是极光或流星。

本世纪初，意大利学者里佐（Rizzo）第一个对地震发光现象进行特别详细的调查。他收集了1905年9月8日意大利卡拉布里亚地震的发光现象的观察报告，进行了分析研究。大概受了里佐的影响，加里（Ignazio Galli）广泛收集了欧洲148例地震发光资料，经整理分析，结果以《地震时观察到的发光现象的搜集及分类》为题，发表于1910年的《意大利地震学会汇报》中。加里的资料分析得很细致，分类也很精密。他的论文是一篇宝贵的文献，也是地震发光研究的良好开端。然而，到了三十年代初期，地震发光现象才得到比较全面的研究，这是由于1930年11月26日日本伊豆地震出现了大量的和显著的发光现象。武者金吉收集了1583份发光现象的观察报告，这些现象的观察是如此的丰富和细致，使得人们对于它的真实存在不再感到怀疑了。不过，加里和

武者只是收集整理的地光现象的资料，并没有研究它们的来源。寺田寅彦研究了1930、1931年日本地震发光现象后，发表论文提出他的“水的毛管电位理论”。武者认为寺田这一论文是继加里之后又一重要文献。寺田根据他的理论在大地电位差方面作了一些计算，并推断地光是高层大气中的现象。尽管今天看来寺田的计算是有问题的，但是他对于在地震时出现的发光现象，还是在理论上给予了一定的解释。随后，在日本还有人用“电弧理论”以及“岩石尘土磨擦起电”来解释地光成因问题，不过这些解释都过于简单。在四十年代和五十年代，仅有个别的学者对地震发光现象作了一般性的评述。六十年代，安井丰对1961年2月27日日向滩地震发光现象作了科学观察以后，又在1965—1967年松代地震活动期间，进行了多种观测。在松代，安井与近藤五郎、栗林亨利用地磁仪、回转集电器等进行观测研究，栗林亨并成功地拍摄了地震发光照片。当时栗林的家在松代，他拍摄到的松代地震群余震发光照片，是迄今世界上第一次取得的地光照片（插页图上、下）。安井提出，地震发光是一种低空大气放电现象，它可能是地震时剧烈的超短周期的大气振荡所形成。安井不同意寺田关于发光点在高层大气的见解，提出了“发光主体模型”的设想，并据此解释了发光的形状和颜色为什么会是多种多样。然而，地震活动通过什么途径形成某种电场，安井认为根据当时所掌握的资料还不可能给予科学的解释。六十年代末至七十年代初期，芬克尔斯坦（D.Finkelstein）和波威尔（J.R.Powell）提出，产生地震“闪电”的电场是地壳中的压电效应引起的。那些具有压电效应的岩石（如石英）受力之后，会产生高的地震电位（Seismoelectric Potential）。这种放电现象，发震前几小时就可能看到。

1974年,马宗晋根据我国邢台地震以来历次较大地震的临震宏观现象调查结果,做了一些整理工作,指出在讨论地光成因问题时,应把地震发光现象同与地光同时出现的其它现象联系起来考虑,“不能把地光视为地震的派生结果,而应该看作是临震共同发展的统一过程。”1975年2月4日我国海城7.3级地震出现了十分丰富而强烈的发光现象,震区百分之九十的人都看到了地光,这为我们研究地光问题提供了极好的资料。人们认为地光的形式多种多样,成因并非单一。低空大气的地震发光现象可能是大气中静电场促成大气气体放电,然而,对于这个强电场怎样形成,大气气体放电过程又是怎么样的,还没有开展深入的讨论。但就孕震区地壳内释出的大量电离气体,可能大大地影响到近地气层的电荷密度与分布而言,是值得今后深入探讨的。有的人强调发光强烈区域与地下物质成份有关。有的人甚至提出地气是产生前兆型地光的可能成因的推想。

应当看到,地震发光现象的研究,较之地震学中其它方面存在着更多的困难:地光的发生时间短促,机会难逢;过去大多数地震发光现象的观察都是来自非专业观测者的个人报告,常常缺乏详细、确切的说明;震时一般没有记录,往往根据事后追忆,难免有所偏歪。异源同象的情形也是可能的,而且直到今天,还未解决仪器观测技术问题。因此,过去很少地震学者研究它。但是,随着对地震预报方法的探索,近年来人们对地震发光现象的兴趣增加了,对这项工作的研究也日益引起人们的关注。1971年,在莫斯科举行的国际大地测量与地球物理联合会的地震预报小组会上,大多数地震学家都呼吁加强地震发光这一课题的研究。与会者指出,地震前观测到大气发光现象,研究大气电对地震预报很有帮助。

目前对此现象还给不出可靠结果，将来必须解决实验技术的问题。

我国是地震史料最丰富的国家，至少发现二、三十次地震伴有明确的发光现象，特别是邢台地震以来历次强烈地震的宏观调查为我们积累了更多、更具体的地光资料。近几年来一些震区的人们凭着对这种临震前兆的监视，及时地采取了有效的预防措施。因此，我们应该加强研究地光这种重要现象，积极开展地震光电现象的科学观测实验，研究它的物理特征、出现规律以及与震源孕育模式之间的关系。我们相信，它不仅有助于短期临震预报的突破，而且对于探讨地震的成因，也具有重要的意义。

彩色图版说明：

上图 栗林亨在1965年日本松代地震后拍摄的余震发光照片

（妻女山附近。1966年2月12日04时17分〔日本标准时间〕。
鱼目透镜。Sakura 彩色胶卷 N，ASA100）

下图 栗林亨在1965年日本松代地震后拍摄的余震发光照片

（地藏山口。1966年2月7日04时21分〔日本标准时间〕。32毫米透镜，2秒，9光圈，紫外滤色镜。Sakura 彩色胶卷 N，ASA100）

第二章 地震发光现象

地光是怎么样的？它有什么可以辨认的特征？为什么强烈地震会伴随发光现象？人们如何利用这种现象来预测地震的发生？这一系列问题，我们将在以下各章详细讨论。地光，对于广大读者来说，大概是比较生疏的，或者只是耳闻其事，却未曾目睹过。所以，我们首先还是介绍一些世界上地震发光现象的典型事例，使大家对这种现象有个初步的认识。

第一节 1911年德国施瓦本地震

这次地震的震中在德国南部的施瓦本汝拉山脉附近，过去都叫中欧地震，震级 6.2 级。震前人们看到了各种各样的发光现象（图2-1），离震中130公里远的地方可以观察到，见光范围达 17000 平方公里。但是，对这些发光现象却有各



图2-1 1911年11月16日德国施瓦本地震时，康策耳曼（F. Konzelmann）在埃宾根（Ebingen）所见的地震发光现象

种不同的看法。

地震发生在11月16日晚上，当时夜空晴朗，没有雷电。法国地震学者巴罗尔 (Montessus de Ballore) 对地震发光现象是持怀疑态度的，他曾于1912年在巴黎科学院宣读过一篇题为《大地震时特殊的发光现象》的论文，认为发光现象的记载缺乏科学性。施瓦本地震后，他收集了 113 例关于发光现象的报道，并作了以下分类：

陨石及大流星落下	12例
流星	12例
普通闪电及线状（无曲折）闪电	21例
天空中扩散的光	51例
球状光	7例
地上火焰或爱尔摩火	10例

根据分类他认为这些发光现象与地震似乎没有关系，大熊座与狮子座流星群的出现才可能是发光的主要原因。但实际上，在他的分类中，除了流星群和普通闪电等光象外，天空中扩散的光、球状光以及地上火焰等还是居多数。

巴罗尔的看法遭到了一些学者的驳斥。例如，西堡 (A. Sieberg) 和莱斯 (Lais) 认为，天气晴朗的地方也能看到发光现象，所以无法用雷雨闪电解释。高压线切断也不能说明全部发光现象，因为没有高压电线的地方也可以看见发光，况且颜色也不同，电线的铜芯燃烧时发出淡绿色或淡蓝色的光，而据报告大多数发光现象则是红色或黄红色。

至于用狮子座流星群来解释也有牵强附会之处。这一类流星群是在每年11月出现，但一般年份出现的流星数目并不多，每隔33年左右才会有一次极大的流星群（如1833、1866年），而1911年并不属于这种年份。因此，在这次地震的发

光现象中，流星现象不会是主要的成份。

第二节 1930年日本伊豆地震

这次地震是11月26日夜4时3分发生的，震中在日本伊豆半岛北部，人们观察到非常显著的发光现象（图2-2）。

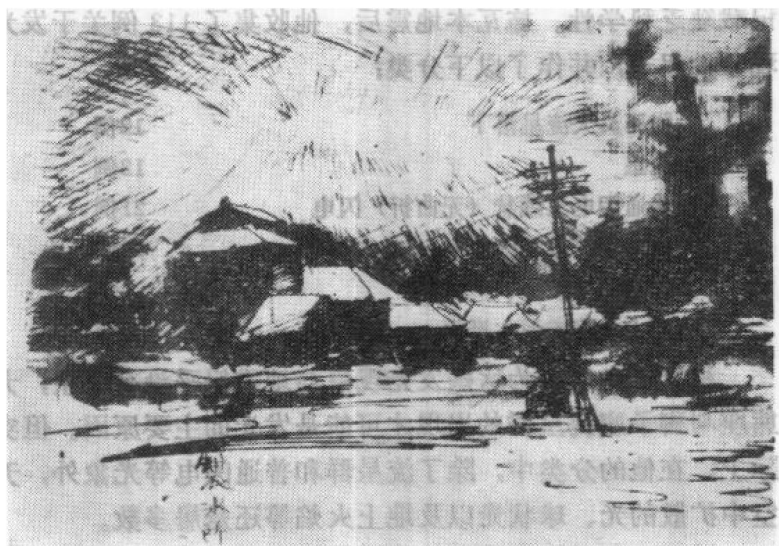


图2-2 1930年11月26日日本伊豆半岛北部地震时，在静冈县贺茂郡稻生泽村看见下田方向的发光现象（山田正一速写）

震后，武者金吉到震区调查，并向震区各地的村、镇公所和学校函调，加上其它研究者的资料，一共收集到1583份发光现象的报道。

地震发光现象最显著的地方是在箱根山至丹那、浮桥两盆地的南北延伸地带，这正是震中区所在，有名的丹那断层即经该处，山崩等地壳形变显著（图2-3）。此外，在伊豆

半岛中，大体上在户田至伊东一线以北可见地光，此线以南仅下田附近的稻梓与稻生泽两个村庄有报道。伊豆半岛以西沿骏河湾沿岸至烧津，半岛以北沿黄濑川谷地至御殿场，半岛东北的相模湾沿岸、酒匂川谷地、秦野盆地、花水川、相模川流域、三浦半岛、武藏野台地以及

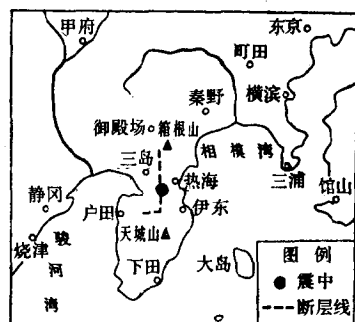


图2-3 1930年11月26日伊豆地震震中位置

荒川流域等地也可见到地震发光。总之，见光范围为震中以东80公里、东北110公里、以西70公里，即北至埼玉县北足立郡白子村、南至静冈县下田附近，东至千叶县市原郡千种村，西至静冈县烧津。在这个范围内，伊豆半岛中部、沟谷地块及多摩丘陵中也有些地方完全没有或几乎没有报告，这大概是由于这些地区的居民点稀少的缘故。相模川流域左岸见光的较多，而右岸见光的较少，可能出于同样的原因。

地震发生时人们还在睡梦中。由于大多数目击者是被地震惊醒的，故大多数的报道是震时的发光现象。但也有一些发光现象是震前看见的。例如，震前一天（11月25日）下午5时许，静冈县田方郡长冈一女学生看到东南方向有象闪电似的彩色亮光。同一天晚上9时左右小田原北有人看见强烈的橙色光。当晚十时许，富士大宫口五合目与御殿场之间有二人看到箱根山方面出现过可怖的蓝光。滨松师范学校教师佐佐木清治收集到的资料最为详细：“伊东镇一位姓大川的鱼商于26日半夜3时许包装许多鲜鱼，在用汽车向修善寺方向运输

途中,于半夜3时半左右看到在伊东西北方的丹那、三岛方向上出现黎明曙光似的亮光,呈蓝、红、白、黄混合的颜色,次第向南方移动。当他到达天城山的路上时,遇上了大地震。他说,这亮光在震后还一直继续着,其间实际经过30多分钟。”

无疑,大多数见光是在人们惊醒飞奔出屋外至震动停止的一段时间内。而震后发光现象继续了多久,则不十分清楚。在震中附近,至少到震后一小时还可以看到。

各地观察到的发光似乎比较强。在东京附近,可“看见近处人的面孔”。在厚本町,有人见光“如同白昼”。静冈县从大仁可以看见距离约10公里的达磨山。该县贺茂郡稻生泽村本乡,可以清楚看见相距五、六百米的房屋。在震中附近光度最强。住在丹那盆地的一人说:“光耀令人吃惊。”在箱根,发光时办事很方便;可以清楚看见断落地上的电线以至走过时能避开它。发光的强度似乎与震动的剧烈程度有关系。

关于发光的大概部位与观察位置之间的距离,三浦半岛秋谷的中学生有珍贵的报告。报告说,从箱根的左方发出的光比月亮还明亮。假如“箱根的左方”是指丹那盆地,它与秋谷的距离约55公里;若指伊豆山边,则有48公里。在千叶县君津郡岩根村看见箱根方面发光,如果这光确实从箱根发出,其间距离约有85公里。箱根与岩根的连线正好经过三浦半岛北部,假如这光是从三浦半岛北部发出,其距离约30公里。

一般来说,每次发光持续时间比普通闪电长,据一些细心的观察者反映,超过了一分钟。丹那盆地一位农民说,在东山后发出牵牛花似的亮光,持续约10分钟。持续时间最长

的是前面提到的伊东镇那位渔商所报道的，超过了半小时。

看到的地震发光形状是形形色色的。在东京湾东侧的一个地方，有人看见地光象从地平线一点辐散开来的极光幕一样。不同的地方看到光束和光柱，几个目击者说，看到的光束象探照灯的一样。另外有些人说看到的光象火球。还有人报道云朵被照亮了，或说看见天上出现一道红霞。关于火球状光，有几则较详细的饶有趣味的报道，并附有写生（图2-4）：

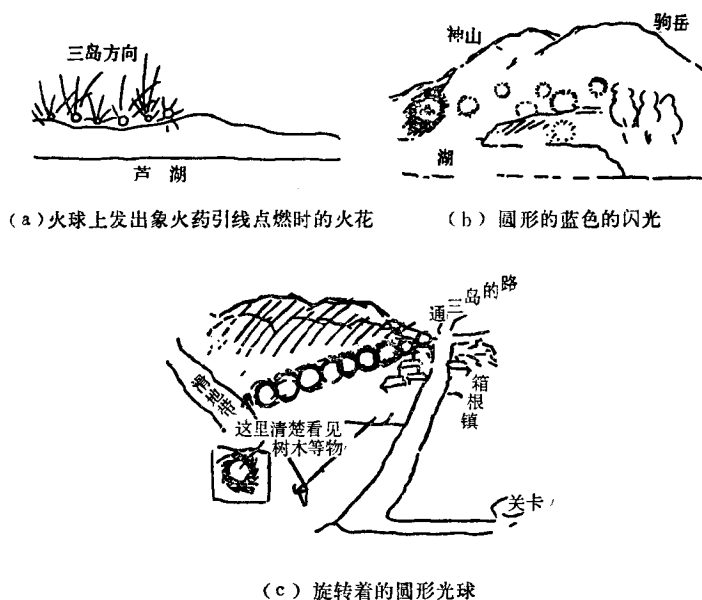


图2-4 1930年11月26日日本伊豆地震时出现的火球状光

“箱根镇考古馆馆长石内九吉郎看见三岛方面的外轮山顶上并列一些圆形光球，光球上发出象火药引线点燃时的火

花”。

“石内馆长之子石内吉见说，奔出室外时看见驹岳至神山的半山腰的一些地方，时而在这里时而在那里闪闪发光，亮得可以清楚看见云彩与树木。形状与闪电不同，圆且大，不过小的也有，澄清的蓝色”。

“这次地震时，箱根镇东方的泽入山发生山崩，掩埋了山麓的万福寺，活埋了一人。此时万福寺方面有横排着的圆形光球，而且其左端的还旋转着。当时天色非常亮”。

“塔岛离宫的省丁渡边说，地震时看见西南方半山腰有提灯似的火光。看来这可能与石内吉见看见的是同一回事”。

这次伊豆地震是人们最广泛地研究地震发光现象的震例之一。当时武者收集到的目击者报道，足以排除那些用雷电和电力供应事故作的解释。虽然当时还不明了发光是怎样形成的，但是自此以后，人们对于地震发光现象的真实性不再半信半疑了。读者可以通过这一震例，对于地光的形态、出现范围、持续时间以及亮度等等初步得到一个较为全面的印象。

第三节 1966年苏联塔什干地震

这次地震发生于4月26日05时22分55秒，震中在塔什干城，震级5.3级，震源深度8公里，塔什干城遭受八度破坏。这次地震有大量的余震，较强的余震发生在：5月9日、24日、6月29日、7月4日和1967年3月24日。

地震后不到两个小时塔什干中心地震台值勤汽车沿极震区转了一圈，农村村民反映地震时塔什干城上空发亮。据目击者说，“远望的火光是白玫瑰色，象闪电的散射光”。扬吉尤耳城（距塔什干城西南30公里）也有类似的报道。但在