

新地球观

〔日〕上田诚也 著



科学出版社

新 地 球 观

〔日〕上田誠也 著

常 子 文 译

科 学 出 版 社

1 9 7 3

内 容 简 介

本书分五章。通俗地介绍了固体地球物理学最近一段时间内发展的概况。书中首先从魏格纳的大陆漂移说的产生、衰落和复活谈起，接着介绍了第二次世界大战后海洋地质学的飞速发展概况。又谈到由于古地磁学的发展，产生海底扩张说，进而形成了板块构造理论。作者认为日本列岛是环太平洋活动带中“岛弧”的一部分，它是由于太平洋海底向亚洲大陆俯冲而形成并发展起来的。书的最后一章论述了地幔对流——新地球观。

本书在翻译过程中略有删节。

本书是一本中级科普读物，尤其可供地震、地球物理、地质工作者、大专院校地质系师生、中学地理教师参考。

上田 诚 也 著

新しい地球観

岩波新書

1971年12月

新 地 球 观

〔日〕上田诚也 著

常 子 文 译

*

科学出版社出版

北京朝阳门内大街137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

*

1973年9月第一版 开本：787×1092 1/32

1973年11月第一次印刷 印张：4 1/8

印数：0001—58,550 字数：93,000

统一书号：13031·131

本社书号：248·13—15

定 价：0.30 元

目 录

绪 论	1
第一章 大陆漂移说的发生、衰落和复活	5
1. 魏格纳的设想(5) 2. 地质学的方法(7) 3. 陆桥(10)	
4. 地壳(11) 5. 直接的联系(13) 6. 收缩说与大陆漂移说(14)	
7. 什么作用使大陆移动了? —— 向地球物理学挑战(16)	
8. 大陆漂移说的衰落(18) 9. 地球结构(18) 10. 地磁(19)	
11. 地磁场的历史和古地磁学(21) 12. 是地磁场的倒转还是岩石磁性的反向(22)	
13. 地极是动的, 大陆也动了(23) 14. 霍姆斯的地幔对流说(27)	
15. 最新拼接法(28)	
第二章 海底的探索	31
1. 一门新学科——海底科学(31) 2. 如何发展海底地学(31)	
3. 考察船和技术以及毅力(32) 4. 海—— ①均衡的海(37)	
5. 海—— ②中央海岭(39) 6. 海岭是地热的排泄口(41)	
7. 印度洋的国际合作观测(42) 8. 海—— ③海沟(44) 9. 神秘的海底地磁(45)	
第三章 海底扩张说	47
1. 地球的诗篇(47) 2. 应把荣誉给他们(48) 3. 海底是动的(49)	
4. 条带状地磁带的解释(50) 5. 钢丝录音机模型的确立(52)	
6. 转换断层——一个独创性的设想(56) 7. 转换断层的验证(59)	
8. 海底的年轮——向地质学挑战〔1〕(60)	
9. 深海钻探计划(64) 10. 西太平洋如何(65) 11. 板块构造(67)	
12. 神秘的北太平洋与移动的海岭(72) 13. 向北美大陆俯冲的海岭(74)	
14. 向地质学挑战〔2〕(78)	
第四章 岛 弧	81
1. 旅途的终点(81) 2. 日本列岛(82) 3. 重力异常(84)	

4. 为什么会产生地震(87)
5. 日本列岛的地下构造(92)
6. 火山与火山岩的带状排列问题的关键(94)
7. 岛弧下面的热状态(98)
8. 上地幔的电导率分布与温度分布(100)
9. 地震波与温度分布(101)
10. 新的“地球观”能成立吗(102)
11. 岛弧难道不是真正的造山带吗(102)
12. 变质作用与热流量(104)
13. 太平洋型造山作用(106)
14. 太平洋型造山作用的模型(106)
15. 日本海的成因——一个设想(109)

第五章 新地球观.....112

1. 新的全球构造(112)
2. 什么是对流(113)
3. 地幔对流(115)
4. 模拟与现实(118)
5. 假说与真理(120)
6. 以地球的热历史为例来说明(121)
7. 存在的难题(123)

绪 论

1. 学术进展虽快，但问题永远存在

近年来，学术确实有突飞猛进之势。有大量的观测资料、有几乎全能处理的高速计算机、有无数好质量的论文、有象雨后春笋般的好设想。过去，有志专攻地球科学的人寥寥无几，而现在，人们认为地球科学也和其它科学一样大有成为现代新兴科学之势。

在这本小册子里，将主要谈谈地球科学中固体地球科学领域里最近的一些发展情况。近几年来，这门比较保守的固体地球科学发展得也很快。

学术进展虽快，但是否就意味着问题全部解决了呢？有些问题恐怕距解决还相差很远。记得在1947年，美国地球物理学联合会会长亚当斯在一次演说会上提出下述六个急需解决的重大问题。

1. 山脉的成因
2. 地槽的成因
3. 岩浆活动的原因
4. 深源地震的成因
5. 地磁的成因
6. 地球内部的温度

重大问题当然不仅这几个，但无可否认这是几个很重要的问题。那么试问现在我们究竟解决了其中那些问题呢？在这里我不想立即回答这个问题，只是想说，在二十四年前所提出的这些大问题，现在实际上一个也没有能够全部解决，

至今仍然是大问题。这不仅是二十四年前的大问题，而且在百年前恐怕都已经是问题了，对此地质学界的人们恐怕都无异议吧？因此，现在还不能说学术“进展”是那样快。更有趣的是，当时被认为已经解决的问题，其实也并没有解决。譬如，关于地球的成因问题，亚当斯说地球在20至30亿年前作为高温的火球诞生后，至今还一直在冷却中，他认为这个问题已经解决了，其实这个问题虽经过多次激烈的争论，但究竟谁正确，到现在仍然是地球科学中一个最重要的问题。

2. 地球科学的特殊性

那么，为什么会发生上述这样的情况呢？这是因为地球科学有它的特殊性，地球科学中的许多基本问题并不是可以用直接观测的证据加以解决的。就拿亚当斯提出的第六个问题来说，目前若想测量地球中心的温度根本是不可能的。归根到底还需间接地从其它事实来推测。本书的主要内容，大陆漂移和地幔对流问题，同样也是如此。首先别说进入地幔是不可能的，就从其规模之大和现象变化速度之慢来说，人们要想证明大陆漂移和地幔对流是否存在也是极为困难的。即使能利用月球表面上的莱塞反射板等来检验现在大陆之间的相对运动，也并不能肯定数千万年或几亿年前的相对运动和现在的完全一样。从这一意义来说，地球的历史是一种一次就定论的现象。正因这样，以后虽有许多新发现和积累了不少新资料，但问题本身往往显得比过去还要难以解决。照这样说研究不是没有意义了吗？但也并不能这样说。虽然看起来好象是进一步退两步，但问题本身却逐渐在深化，难道这就不不是进展吗？

3. 地球科学的奥妙

地球上的许多现象，有时看上去好象一点联系也没有，但若仔细耐心地去观察和观测，同时巧妙地对它加以综合，并大胆地提出假说，那么尽管这一假说是间接的也好，但当你绞尽脑汁想出各种办法来验证这一假说时，就能真正尝到地球科学奥妙的滋味。地球科学工作者最高兴用物理或化学的方法去解释这个有点“土气”的地球。即使一时还提不出规律性的东西，但当他们一接触到诸如地球的起源、地幔对流、地磁的成因、深源地震的成因等连现象还不清楚的一系列问题时，他们的兴趣就好象越来越高。有人认为，研究地球不能仅局限于它的历史和状态，而应当去追求和阐明它的普遍规律。有些地球科学工作者虽然也主张用普遍的原理去解释地球，但他们真正的动机不过是想认识一下“地球”，他们只是受热情的支配。因此也只能说他们喜欢地球。研究人员是有各种不同类型的。

4. 洞察力

不同的人，他们的研究方法也有所不同。研究一种事物，首先需要根据实验和观测来积累资料，然后再根据这些资料来分析现象的本质，最后把它理论化。当然这是发展一门学科所需要的整个过程；而对一个人来说，则往往只能偏重于其中的某一个方面。现在不论任何学科都需要有高度的专门技术，这样就很自然地分出所谓的实验家、观测家、分析家以及理论家。这种分类从某种意义上来说是不得已的，但如果强调自己是观测家只专门进行观测，而把理论推给别人来作，那就不好了。当然有时只顾埋头于实验或观测而忽略了思考也是有的。不过要作好一项研究工作，那就必须要有

个比较长期和出色的洞察作依据。因而如果要成为一个很好的理论家，同样也是如此。出色的洞察对理论工作来说当然是不可缺少的，但有时又容易和单纯的灵机一动相混同。灵机一动本身并非坏事，但作为一个理论家更重要的是能够准确地从灵机一动中选择出好的想法，并且进而能够发展它，最后作出经得起实验检查的结论或预言。本书谈到的从大陆和海洋的永久不变说到漂移说以及从固定论到活动论里，在实际上也包含着研究者的洞察力这样一个问题。

第一章 大陆漂移说的发生、 衰落和复活

1. 魏格纳的设想

在六十余年前，德国人魏格纳提出了一个新学说，他认为大西洋两边的南、北美大陆和欧洲、非洲大陆原来是个整体，后来经过分裂才形成现在这个样子。另外，他还强调印度、澳大利亚、南美、非洲、南极等大陆曾经也是一个巨大的大陆。图1-1即他提出的古大陆分布情况。他认为，石炭纪后期（约三亿年前）南、北美大陆与亚洲、欧洲、非洲大陆紧密连接，而澳大利亚、南极、印度等大陆也与其相接，全世界实际上是一个巨大的大陆。魏格纳称这个巨大的假想大陆为泛古陆(pangea)。这个泛古陆，随着侏罗纪、白垩纪、第三纪等地质时代的进展而发生分裂(见图1-1)，最后形成现在地图上这样的分布。由于大陆原来是一大块，所以从前根本不存在大西洋、印度洋和北极海，海也只是围绕泛古陆的一个巨大海洋。这就是大陆漂移说和本书要讲的“新地球观”的出发点。

据说，魏格纳是在发现各大陆边缘拼接恰好吻合以后，才提出大陆漂移这个设想的。若仔细观察大西洋两岸的形状，可能任何人都会这样设想的。但由于一般人脑中存在着大地是不动的这个概念，所以当时有人把这个单纯的设想看作是非常“反传统的”，并没有什么了不起。魏格纳是个气象学者，他是用气球观测高层气象的创始人，并写过《大气热力学》等专著。他的另一个功绩是对格陵兰首次进行了探险。他的活动范围虽如此之广，但他首创和发展的大陆漂移说却

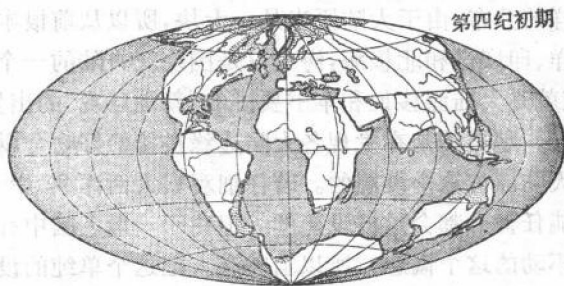
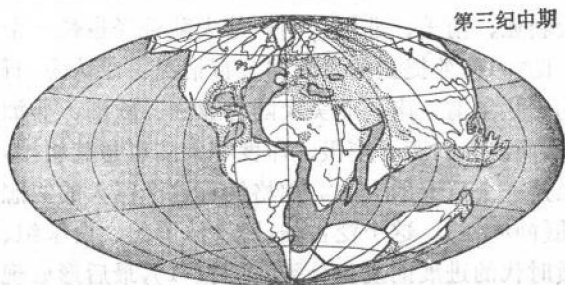
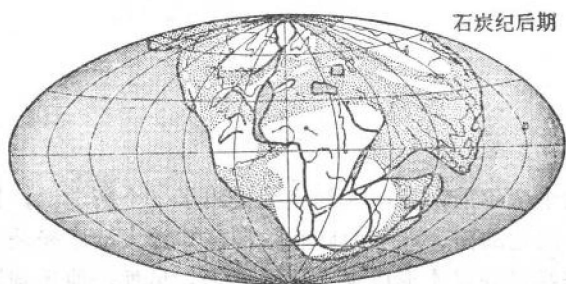


图 1-1 大陆漂移的历史（魏格纳）

细点表示浅海。假设非洲是不动的。

可说是他最大的功绩。他的这一设想虽然来自极简单的观测，但他并未满足或停滞不前，而是经过极大的努力，最后才把它成为一个体系的，因此他的设想得以闻名世界。他自己也说过，大陆漂移作为一个设想虽然很有意思，但却认为在实际上是是不可能的，所以他曾一度放弃了他的设想。研究人员在想问题的过程中常常会遇到象他这样的情况。当然有些设想往往一点实际意义也没有，所以一时不去理它也并没有多大害处。但偶而也会有这样的情况，即认为自己的设想过于大胆，因此轻易地把它丢弃，但后来仔细一想，它也可能是个很重要的假说，那时研究人员就会感到非常后悔。魏格纳为了发展他的设想，曾集中精力大量吸取与他的专业较远的地质学和古生物学的最新知识。魏格纳的设想是1910年产生的，虽然后来由于到格陵兰探险、参加欧洲大战并且负了伤而受到种种障碍，但他的代表作《大陆及大洋的起源》终于在1915年发表了，而且在1923年出了第三版。1924年他与气候学家柯本(Köppen)合写了一本书叫《地质时代的气候》，另外他在这一期间还发表了不少其它论文。所有这些都是由“大陆漂移说”这种想法（他的地球观）而引起的必然结果。因此可以说在数十年前首先登上固体地球科学发展大道的也只有魏格纳一人。

2. 地质学的方法

地质学是研究地球在历史时期所发生过的事件和演变的一门学科。所以气象学者魏格纳所要阐明的大陆漂移的历史也正是地质学的课题。现在让我们重温一下地质学的基本问题吧。

地质学家研究地球历史所用的基本原理有：

1. 根据地层的层序规律，认为当二个地层叠置在一起时，

上面的地层要比下面的地层新；

2. 根据化石对比地层的方法，认为含有同种生物化石的地层是同时代形成的。

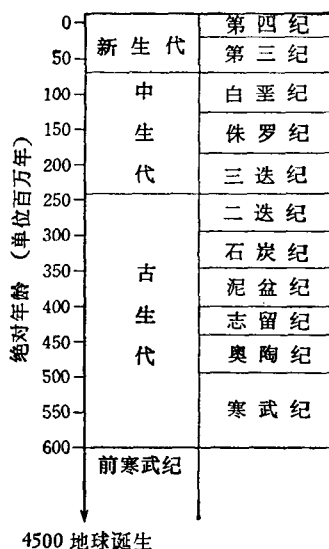
由于有了地层层序的规律，所以我们很容易识别一个断崖上地层的新老，但要推断相距很远的地层的新老时，就必须利用化石对比的方法。就如大家所知道的那样，生物是不断进化的。虽然我们觉得生物的进化速度很慢，但从地球历史来看，它已经算很快了。在地球生成的初期，恐怕一个生物都没有，但自从三十亿年前开始出现原始生物以来，到现在已出现象我们人类这样复杂的生物。因此我们可以利用生物的进化阶段来衡量地质时代，譬如，用三叶虫化石来确定产生三叶虫时候的地层，另外用恐龙化石来确定恐龙繁盛时代的地层。表1-1的地质时代就是用化石确定的。象这样研究地层历史的学科就叫作古生物学，这门学科的体系现在已经分得很细。

利用古生物学方法划分地层有两个局限性：一个是利用生物化石，它能够进行地层对比的也不过是六亿年以来这一段时间，在这一段时间里，生物由低级变为高级，而且数量也逐渐增多，但在这以前约四十亿年的漫长时间里，在生物意义来说是个黑暗时代或叫生物“史前”时代，因此不得已才把它总称为前寒武纪；另一个局限性是在利用古生物划分地层年代工作中，因为用生物进化代替了时钟，所以是不可能知道地层的绝对时间。虽然知道A层相对地比B层老，但究竟老多少，却无法估计。

为了弥补这一缺陷，近年来开始使用岩石的绝对年龄测定法，而且收到显著的成效。这一方法是利用岩石中所含的微量放射性元素铀、钍、钾等同位素的自然衰变现象，来“绝对地”计算岩石生成以来的年数。放射性元素根据衰变规律

不断地和有规律地变为另外的元素。这好象也是一种“进化”，但这种进化方式与生物的进化不同。根据物理学，我们已经正确掌握了它的进化速度，因此可作为“时钟”使用。表 1-1 的左侧即各地质时代的绝对年龄。

表 1-1 地质年代



地层有的是由火成岩组成的，有的则是由沉积岩组成的。火成岩是由岩浆冷却凝固一次生成的岩石。而沉积岩则是在水底沉淀经沉积作用第二次生成的岩石。这里所说的第二次是指在许多情况下沉积在水底的粒子原来是来自陆上另外的岩石。沉积岩虽说是第二次生成的，但我们现在常见的绝大部分地层却是沉积岩。甚至可以说几乎所有的陆地都被沉积岩所覆盖。就拿几千米高的阿尔卑斯和喜马拉雅山的顶峰来说也是如此。大山脉顶峰有沉积岩这件事就充分说明那里曾经埋藏在水底。

设想某地曾经是个起伏很大的高地，在那里已经不再沉积而只有侵蚀，山脉逐渐被剥蚀，最后终于成为平地。在那里已经几乎不存在自从成为陆地以来的历史。如果那里再度变为水底并开始产生沉积作用的话，则又会开始积累历史记录。但它却缺少曾经是陆地的那一段历史。

3. 陆 桥

假如现在被大洋隔开而分散的各大陆从前果真是一个大陆的话，那么在它们分裂以前形成的地层开始也一定是相连的。当然大陆在分裂以后所形成的地层就不会相连了。立志编写大陆移动历史的魏格纳，实际上也是根据这一理论开始搜集证据的。他曾说，当他最初看到一篇论述巴西与非洲曾经好象是相连的古生物学论文后，他的态度才由怀疑变为积极的。当然这篇论文丝毫也没有涉及大陆漂移这个问题。

这是一个非常有趣的问题，大概这也就是科学上所说的“思路”的重要性吧。因为魏格纳在古生物学方面完全是个外行，他对大陆能够连结的证据，甚至连想都没有想过，而古生物学家却对此已经研究了许多年。不过需要指出的是，在这以前有个学说叫“陆桥说”，它对从前大陆的连结有着完全不同的解释，而且一直是作为既成概念被人们接受的。譬如，从蚯蚓与蜗牛、猿和其它哺乳动物的分布，以及从各种植物化石的分布来看，南美与非洲、欧洲与北美、马达加斯加与印度等各大陆就有着密切关系。蜗牛既不能游泳渡过大洋，而欧洲西部和北美东部却又都有蜗牛，因此认为两大陆之间曾有陆地相连。也就是说各大陆之间架着一座“桥”。面对一个同样的现象，具有传统想法的人就认为各大陆本身是不动的，而用“陆桥”来解释；与此相反，魏格纳却试图用它来作为大陆结合与分裂这样一个假说的证据。现象本身虽说同是一个，但由于基本立场不同，所产生的理论体系也就可相隔千里了。

上述两种假说可以简单归纳如下：“陆桥说”主张大陆与大陆之间有陆地连接着。但是要说南美与非洲之间的大西洋上架着一座细长的“天桥”，这是不可能的。若是早先有陆地

连接的话，那么“陆桥说”下一个需要解决的问题就是大陆之间的“陆地”是如何消失的。现在解释大陆转变为海常用的一个假说，那就是“大规模的沉陷”。这样，“陆桥说”就认为陆与海的地壳不是向水平方向移动，而是按垂直方向移动，因而形成了现在世界地图上的海陆分布。但“漂移说”却与此相反，它主张水平方向的运动是起主导作用的。

4. 地 壳

研究地球内部现在有各种途径，其中最直接的方法是用钻探。但打超过数公里的深钻，现在的技术还不可能。另外一个方法则是利用地震波的传播进行推测。大家都知道，地震时从震源发生的波会在地球内部传播。地震波一般有两种：一个是 P 波，也叫“纵波”或“压缩波”，它的振动就好象空气中的声波那样；另一个是 S 波，也叫“横波”或“剪切波”。 P 波的进行方向与振动方向是一致的，而 S 波的进行方向则是与振动方向垂直的。一般来说， P 波的传播速度是 S 波的1.7倍。地震时一般首先感觉到的是一种上下的振动，而紧接着就是大摇大摆，前者由 P 波引起，后者由 S 波造成，由此可以看出这两种振动的先后次序是由于 P 波和 S 波到达时间不同而引起的。 S 波虽然能在固体中传播，但在流体中就不能传播，而 P 波则在固体或流体中都能传播。

不论是天然地震还是用爆破而产生的人工地震，只要仔细观测地震波的传播方式，就会发现在地球表层某一深处上面，存在着地震波波速较小的层，而在此层以下波速则会不连续地变大。这种表层部分就叫作地壳，而地壳下面的部分就叫作地幔。地壳与地幔交界的地方叫作莫霍洛维奇不连续面或莫霍界面或 M 不连续面都可（莫霍洛维奇是地壳与地幔界限的首次发现人）。陆地的地壳较厚，可达数十公里，而

海洋的地壳则较薄，只不过数公里（见图1-2）。大陆地壳的表层中有花岗质组成的岩层，而在这一层下面则为玄武质岩层。海洋地壳的最上部有一沉积层，在这层的下面有叫第二层和第三层的薄层。第二层好象是玄武岩那样的火山岩；而第三层还不太清楚，可能也是玄武岩质的。在海洋地壳中没有花岗岩质的地层。地幔上部似乎是由橄榄岩等岩石组成。上述这些情况也不过是在五十年代才肯定下来的，而在魏格纳那个时候，它的根据是比较间接的，所以他所想象的结构也与图1-2稍有不同。不过魏格纳在当时除几点细节外，对地壳已有基本正确的认识。例如已经知道大陆与大洋的地壳结构有显著的不同。在大洋，不存在大陆那样的厚地壳，大陆也没有大洋那样的薄地壳。这一事实正好与地壳“均衡现象”相适应。地壳的岩石一般比地幔的轻。所以地壳在地幔上面就象冰山浮在海上那样似的飘浮着。很明显，为了支撑住这些高耸入云的冰山，就必须有很大的浮力，根据阿基米德原理，这一浮力一定起源于海水中。因此地壳“均衡说”同样认为地壳在陆地厚，而在海洋薄。这就是说，海与陆的差别不单纯是有水和没水盖着的问题，而是由于地下深处的结构不同，所以才产生陆高和海低的现象，大陆不能突然变成大

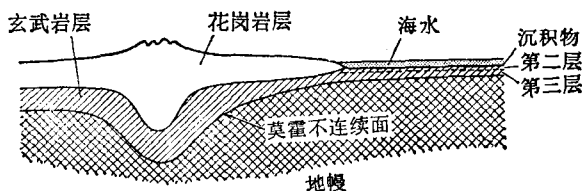


图 1-2 地壳构造断面图