

深海地质学

〔日〕星野通平 岩淵義郎 青木斌 著



科学出版社

深海地质学

〔日〕星野通平 岩淵義郎 青木斌 著
王德文 薛金声 范元炳 程广芬 译
袁家义 邢树源 校

科学出版社

1980

内 容 简 介

本书系日本著名海洋地质学家星野通平、岩淵義郎、青木斌关于深海地质方面一本概括性较强的著作,为日本东海大学编辑出版的《海洋科学基础讲座》丛书之八。

作者系统地搜集和整理了近年来深海地质方面的大量资料,对日本周围海域及世界各大洋的有关典型事例作了详尽介绍。第一、二编中,对大陆斜坡及海沟的成因、分布作了说明,对其地壳结构和地球物理特性作了一定的论述,第三编主要从岩石学方面对海岭和海峰进行了探讨。

本书作者在自己调查和广泛研究前人资料的基础上,对一些问题都提出了自己独到的见解,资料新颖,叙述完整,可供海洋地质、地理地貌、石油地质、岩石学、大地构造学、地球物理工作者和大专院校及有关人员阅读和参考。

海洋科学基础讲座 8

星野通平 岩淵義郎 青木斌

深海地质学

东海大学出版会, 1972

深海地质学

〔日〕星野通平 岩淵義郎 青木斌 著

王德文 薛金声 范元炳 程广芬 译

袁家义 邢树源 校

*

科学出版社出版

北京朝阳门内大街 137 号

中国科学院印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

1980 年 12 月第 一 版 开本: 787 × 1092 1/32

1980 年 12 月第一次印刷 印张: 10 1/8

印数: 0001—1,900 字数: 229,000

统一书号: 13031 · 1435

本社书号: 1979 · 13—17

定价: 1.60 元

译者的话

日益发展的海洋开发事业，要求人们对深海地质有深刻的了解。为此，将日本著名海洋地质学家星野通平、岩渊义郎及青木斌合著之《深海地质学》一书译出，推荐给从事海洋地质及有关工作的同志们参考。

本书所涉及的范围包括大陆架以外的所有海域。作者将偌大海域的地貌、地质情况，概括为大陆斜坡、海沟及海底山脉三个方面予以论述。大陆斜坡属于陆壳；海底山脉属于洋壳；而介于二者之间的海沟则占据着陆壳与洋壳的交接部位。由此看来，深海地质对研究地壳发展理论来说，处于多么举足轻重的地位。

在大陆斜坡一编中，作者无偏见地介绍了各种有关大陆斜坡成因的学说，尤其对风靡世界的浊流说从正反两方面作了评论。同时，作者根据自己十余年的研究，提出了由于地壳内发生玄武岩膨胀隆起，致使晚第三纪末期以来海平面大幅度上升。大陆斜坡、大陆斜坡上海底峡谷末端的等深性等均由此而造成。这对研究海域新构造运动具有一定的参考价值。作者也强调了在大陆斜坡末端的陆基之下，有发现被埋积的古海沟的可能性，虽然书中反映的证据资料，尚嫌不足，但对我们探索地壳发展规律不无裨益。

在海沟编中，作者对世界海沟地形特征的介绍是比较详细的。在以人工地震探测地壳结构方面，对海沟轴到洋底研究较多，相比之下，对海沟轴至陆侧这一十分重要的不同地壳衔接部位的研究，尚不充分。按照近代流行的地幔对流说，认

为大陆边缘的海沟是在压应力作用下形成的，这种看法或许是正确的，但是，是否所有海沟的成因，都可以用单一的形成机制去解释，这倒是值得怀疑的。海沟为地槽的现代活标本，这种看法甚为流行，但是，如何解释现代海沟中并不存在巨厚的沉积；在海沟中并不存在地槽发展早期阶段那样异常发育的火山活动现象呢？这是今后地质研究的一个重要课题。

在第三编，作者从岩石学方面对海峰和海岭进行了探讨。作者完全采用海洋化作用说的观点，认为洋底与海洋岛的拉斑玄武岩不是等同的，洋底岩石表现出明显的一致性，而海洋岛的岩浆岩则有明显的带状性。关于岩石成因，作者提出洋底岩浆岩是按照“大陆地壳的海洋化→钙碱岩系成份的聚集→沿断裂的上升”这种模式进行的，这对研究洋底岩石学，也有一定的参考价值。

总之，本书是以《海洋科学基础讲座》的形式编辑的，为此具涉及面较广，对有关论点，虽作者以概略说明问题的方式作了阐述，但对实际佐证资料的反映，则显得不足。

本书由山东海洋学院海洋地质系王德文、薛金声、范元炳、程广芬译出后，承中山大学袁家义和中国科学院南海海洋研究所邢树源同志校订，在此深表谢意。

1979年6月于青岛

序 言

当前开发海洋的呼声响彻国内外。

海洋占据着地球面积的三分之二,蕴藏在海洋中的能源、食物资源、矿产资源的数量大得惊人。因而,为了人类的繁荣,呼吁向海洋进军实为十分正确的主张。尤以日本来讲,国土狭小,四面环海,海洋的开发利用更是个刻不容缓的问题。

资源开发、改造和利用自然,只有靠摸清大自然的规律,并巧妙地运用这一规律才能实现。开发海洋亦不例外。开发海洋的呼声越迫切,就越需要充实海洋学的基础知识。这便是筹办本讲座的首要宗旨。

在日本,近代海洋学问世以来已经过了约半个世纪之久。在这几十年的时间里,积累了大量的资料,日本关于海洋学的研究,在世界上已经达到了相当高的水平。然而,虽有须田皖次先生本世纪二十年代著的《海洋科学》,及数位先辈写的海洋学教科书,却尚无一本总括取得了惊人进展的海洋学全貌的日文现代海洋学著作。筹办本讲座的另一个目的即在于此。

目前,海洋学的体系,还不能说已完全确立下来了。科学的许多领域都与海洋相关。所以,本讲座的章节结构中难免出现遗漏的地方及研讨粗细不周之处。此类问题我们希望能通过今后的增补修订逐步改进。

筹划出版本讲座是在1968年春。蒙许多读者期待本书出版,而刊行却很不及时,这都只能是编辑委员会的责任,在此谨表歉意。此次刊行之际,承蒙东海大学出版会加藤千曼树、中阵隆夫两氏不吝珠玉,惠以大力支援,谨此深致谢礼。

海洋科学基础讲座编委会

1970年8月15日

目 录

第一编 大陆斜坡(星野通平)

第1章 何谓大陆斜坡	2
第2章 大陆斜坡的地形测量	8
2.1 大陆斜坡的面积	8
2.2 大陆斜坡的坡度	10
2.2.1 几个地区的大陆斜坡坡度	10
2.2.2 日本列岛周围的大陆斜坡坡度	12
2.3 大陆斜坡的高差(以富山湾为例)	17
第3章 海底峡谷	22
3.1 海底峡谷的种类	22
3.2 海底峡谷的分布	22
3.2.1 世界海底峡谷分布	22
3.2.2 日本列岛周围海底峡谷的分布	24
3.3 海底峡谷的地形	28
3.3.1 日本列岛周围的海底峡谷地形	28
3.3.2 海底峡谷地形的一般特征	46
3.4 海底峡谷中的沉积物与基岩	56
3.4.1 海底峡谷中的沉积物	56
3.4.2 海底峡谷中的基岩	61
3.5 海底峡谷的成因	66
3.5.1 涌泉说	67
3.5.2 海啸说	67
3.5.3 基于地球自转速度变化的海平面变化说	67
3.5.4 受冰川控制的海平面下降说	68

3.5.5	海水量增加说	69
3.5.6	构造谷说	71
3.5.7	地壳下部挠曲说	72
3.5.8	浊流说	74
3.5.9	由于地壳膨胀隆起而引起的海平面变化说	91
第4章	深海平台	93
4.1	深海平台的分布	93
4.1.1	日本近海深海平台的分布	93
4.1.2	日本列岛周围不具深海平台的地区	94
4.1.3	日本国外的深海平台分布	95
4.1.4	陆基	98
4.2	深海平台与海底峡谷的关系	101
4.3	深海平台的地质	102
4.4	深海平台与浅源地震的震中分布	107
4.5	深海平台的成因	112
4.5.1	构造地形说	112
4.5.2	挠曲说	114
4.5.3	断层说	116
4.5.4	浊流说	117
4.5.5	海平面变化说	118
第5章	大陆斜坡的地质构造	121
5.1	世界各地大陆斜坡的地质构造	121
5.1.1	北美东海岸	121
5.1.2	墨西哥湾北岸	125
5.1.3	北美西岸	125
5.1.4	英法海峡西部	127
5.2	日本列岛周围大陆斜坡的地质构造	128
5.2.1	东北日本太平洋侧	128
5.2.2	西南日本太平洋侧	131
5.2.3	东北日本日本海侧	133

5.2.4 西南日本日本海侧	134
第6章 大陆斜坡的成因	135
6.1 历来的几种假说	135
6.1.1 沉积起源说	135
6.1.2 断层说	138
6.1.3 下方挠曲说	140
6.1.4 其它观点	141
6.2 由中新世以后的地壳隆起和海平面上升而形成大陆斜坡的观点	141
6.2.1 新地球观的时代	141
6.2.2 全球性的地壳运动	143
6.2.3 第三纪末期以后的海平面上升	145
参考文献	148

第二编 海沟(岩淵義郎)

第1章 何谓海沟	162
第2章 海沟调查史	165
第3章 海沟的分布	174
第4章 各大洋的海沟	176
4.1 太平洋海域	176
4.1.1 千岛-堪察加海沟	176
4.1.2 日本海沟	180
4.1.3 伊豆-小笠原海沟	185
4.1.4 马利亚纳海沟、雅浦海沟、帛琉海沟	189
4.1.5 西南诸岛(琉球)海沟	190
4.1.6 菲律宾海沟	192
4.1.7 西南太平洋的小海沟群	196
4.1.8 汤加海沟、克马德克海沟	198
4.1.9 阿留申海沟	201

4.1.10	赛德罗斯海沟	202
4.1.11	中美海沟	202
4.1.12	秘鲁海沟、智利海沟	205
4.2	大西洋海域	209
4.2.1	波多黎各海沟	209
4.2.2	凯曼海沟	212
4.2.3	南桑德韦奇海沟	213
4.2.4	罗曼希海沟	215
4.3	印度洋海域	218
4.3.1	爪哇海沟、班达海沟	218
4.3.2	维玛海沟、迪阿曼蒂纳海沟、阿米兰特海沟	220
第5章	海沟的特征	222
5.1	海沟地形的规模和特征	222
5.2	海沟和地壳构造	222
5.3	海沟和重力负异常带	225
5.4	海沟和地磁	227
5.5	海沟和地热流量	228
5.6	海沟和地震	229
第6章	海沟的成因及其形成时代	231
第7章	海沟与地槽	237
参考文献		239

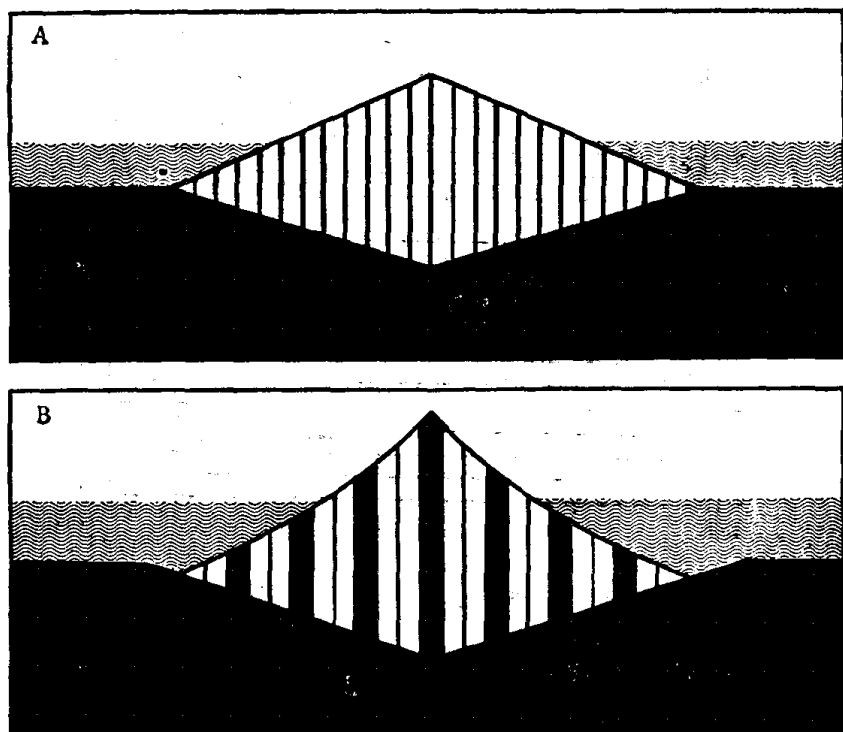
第三编 海底山脉和海峰(青木斌)

第1章	海底山脉和海峰	244
第2章	海洋地区的岩石	252
2.1	酸性岩-中性岩	252
2.2	基性岩-超基性岩	255
2.3	变质岩	258
第3章	海底山脉与海洋岛的岩石化学	260

3.1	超基性岩	260
3.2	海洋性拉斑玄武岩	263
3.3	伊豆-小笠原-马利亚纳弧的拉斑玄武岩	270
第4章	海底山脉和海峰的成因论	279
4.1	洋底扩张说	279
4.2	海洋化作用说	279
4.2.1	大陆地壳的形成	280
4.2.2	海洋地壳的形成	281
4.2.3	大西洋型和太平洋型的海洋化作用	283
4.2.4	海洋化作用的终点	284
4.3	海底山脉和海峰的岩石成因论	284
4.3.1	恩格尔模式	285
4.3.2	林伍德-格林模式	286
第5章	海洋岩石学的若干问题	291
5.1	菲律宾海盆的成因	291
5.2	对久野久的岩浆岩成因理论的批判	296
5.2.1	岩浆岩组分的界限规定	296
5.2.2	“高铝玄武岩”的问题	298
结束语		302
参考文献		304

第一编 大陆斜坡

星野通平



有关大陆斜坡起源模式图

A——原始地形； B——陆地和大洋底的膨胀隆起（海沟的形成、海平面上升、大陆斜坡沉于水下）

第 1 章 何谓大陆斜坡

大陆斜坡一词，系本世纪初始由 H·瓦格纳 (Herman Wagner, 1900) 提出的。当时，由于世界各地都在进行以敷设海底电缆为目的的深海测量工作，致使有关海底地形的知识进入了飞速提高的时代(星野，1964)。

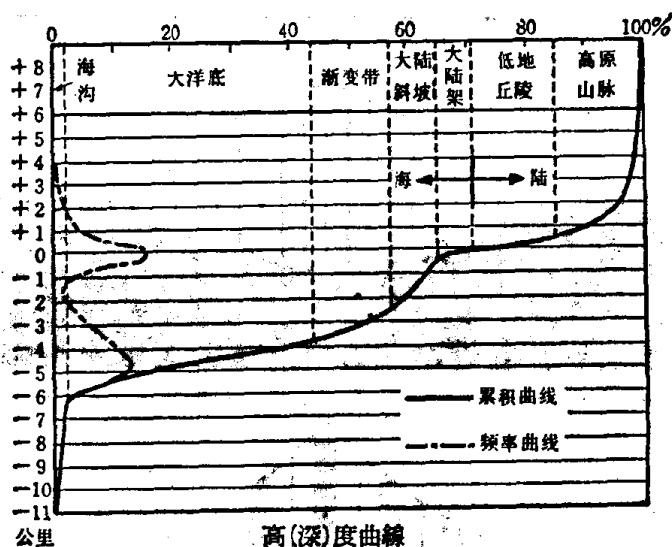


图 1 地球表面陆高海深曲线图

所谓大陆斜坡，系指界于大陆与大洋之间的泛全球性的陆斜坡面而言。若从海岸向海外画一海底地形剖面，则可像如图 1 所示的地形划分。从滨线向海洋绵亘着坡度很缓的大陆架，继续延伸至 -150 米附近处，地形坡度急剧变陡而进入深海区。该坡度转变处，是为大陆架外缘，自此以深是为大陆

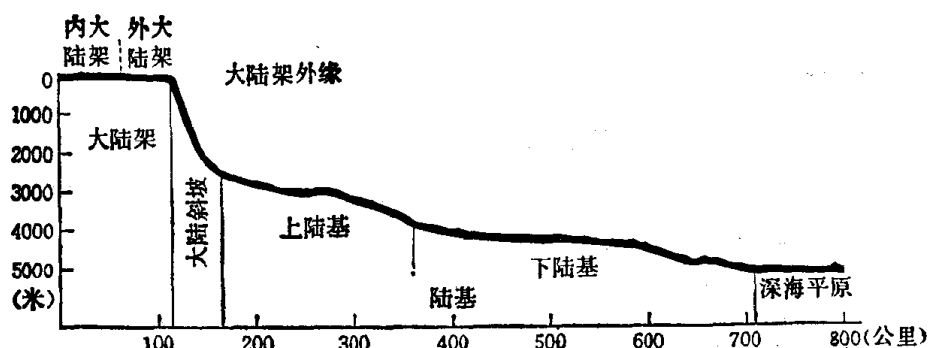


图2 大陆周围海域的海底地形划分(北美东北海岸)

(Heezen et al., 1959)

斜坡。也就是说，大陆块面向大洋的地方是大陆斜坡。也有时将大陆架与大陆斜坡合称为大陆阶地。此外，把在岛屿附近相当于大陆斜坡的部位称为岛斜坡。

究竟如何决定大陆斜坡的下限，是一难题。谢帕德 (Shepard, 1948) 以及吉尔彻 (Guilcher, 1958) 曾将从大陆架外缘到 -2000 米处的斜坡命名为大陆斜坡。他们虽没有详述其论据，但我们通过地球表面陆高海深曲线图或高(深)度频率曲线图均可领会其意。

由图 1 或表 1 可知，自 -200 米到 -2000 ~ -3000 米区间，是介于地球上两大主要区域——大陆与大洋——之间的狭窄区。所谓 -2000 米左右处，为地球上别具特色之区，在海底广阔的范围内，于该深度处发育有被称为深海平台*的平坦地

* 原书第 4 页深海平坦面 (deep-sea terrace)，按日《海洋开发事典》英文名应为 deep-sea plain，前者中译名为深海阶地，后者为深海平原，从全书看，深海平坦面系指发育于大陆斜坡上及其外缘的平坦地形而言，显然采用深海阶地一词欠妥，而采用深海平原一词，又与发育于深海底洋壳上的 abyssal plain (中译名亦为深海平原) 相混，按日文深海平坦面大致与海段 (submarine terrace) 同义，只是将不具阶地性的称为深海平坦面，有时也采用 bench、shelf 等词汇，所以将其译为深海平台。——译者注

表 1 世界各大洋不同深度海域的面积百分比

(Kossinna, 1921)

深度(米)	包括边缘海				不包括边缘海			
	大西洋	太平洋	印度洋	全海洋	大西洋	太平洋	印度洋	全海洋
0—200	13.3	5.7	4.2	7.6	5.6	1.7	3.2	3.1
200—1000	7.1	3.1	3.1	4.3	4.3	2.2	2.7	2.8
1000—2000	5.3	3.9	3.4	4.2	3.6	3.4	3.1	3.4
2000—3000	8.8	5.2	7.4	6.8	7.6	5.0	7.4	6.2
3000—4000	18.5	18.5	24.0	19.6	19.4	19.1	24.4	20.4
4000—5000	25.8	35.2	38.1	33.0	32.4	37.7	38.9	36.6
5000—6000	20.6	26.6	19.4	23.3	26.6	28.8	19.9	26.2
6000—7000	0.6	1.6	0.4	1.1	0.8	1.8	0.4	1.2
7000 以深	—	0.2	—	0.1	—	0.3	—	0.1

形以及被称为陆基的缓斜坡面,它们构成着大陆斜坡的下限。再者,最近有人从地壳构造的观点出发,强调—2000米这一数据,认为它代表着大陆的最末端(Worzel, 1968)。

下面,按照希僧等(Heezen, 1959)对北大西洋海底地形进行详细划分的结果,试对介于大陆与大洋之间的海底地形,作一解说。

属于第一类型的区域:

该区是由海水覆盖的大陆边缘区,可细分为大陆架、陆缘海、陆缘海台*。大陆架呈极平坦的地形,坡度在1/1000以内,一过大陆架外缘地形坡度就急剧变陡,而成25/1000以上。陆缘海浅于—3000米,它被陆地或沙洲所环绕,呈现不

* 原文周缘台地(continental plateau)系希僧(1959)首先使用,并以布莱克海台为例做了描述,星野通平认为continental plateau原来与大陆架是同一个平坦面,后来由断层作用而造成的。此词译为大陆高原不妥,因其所处位置为大陆边缘区,且具大陆架形状的地形,因此译为陆缘海台。——译者注

规则的海底地形，曼恩湾以及圣劳伦斯湾或巴哈马海峡等均属之。

陆缘海台具有像大陆架那样的极为平坦的海底地形，但其所处位置较深，它以大陆斜坡与大陆架相隔绝。在一般情况下，此种地形深于 -1000 米，而浅于 -2000 米。佛罗里达外海的布莱克海台即是典型代表，在阿根廷南部外海及新西兰以东海域均可见及。

属于第二类型的区域：

该区为大陆块边界的陡斜坡，可细分为大陆斜坡、陆缘陡崖、海沟陆侧斜坡等地形。

表 2 坡度与倾斜度对照表

坡 度	倾 斜 度	坡 度	倾 斜 度
10/1000	35'	100	5°43'
20	1°09'	150	8°32'
30	1°44'	200	11°19'
50	2°52'	300	16°42'
70	4°01'	500	26°34'

大陆斜坡具有平均为 $3^{\circ} \sim 6^{\circ}$ 的倾斜度，位于 $-100 \sim -200$ 米到约 $-1500 \sim -3000$ 米的区间，其宽度约为 $20 \sim 100$ 公里。大陆斜坡的上限，由于衔接大陆架外缘，故而界线分明，而其下限则未必清晰。不过有如前述，在大陆斜坡的末端发育着被称为深海平台以及陆基的地形，因而在很多地区均可看到它们彼此间地形坡度的变化。大致将坡度大于 $25/1000$ 者称为大陆斜坡（但应指出，若按这一定义去划分，像邻接大陆架的斜坡坡度为 $20/1000$ 以内缓倾斜的山阴外海*，就

* 山阴外海：泛指日本山阴道附近地区的外海而言。山阴道为日本明治维新废藩置县以前的八道之一，大致相当于日本本州西北部日本海沿岸一带。——译者注

等于没有大陆斜坡了)。

陆缘陡崖系指陆缘海台面向大洋的陡崖而言,它起始于一1000~一2000米,并具2000~3500米高度,其坡度超过100/1000。黑海陡崖为其典型代表(就日本实例来说,骏河湾石花礁的东侧斜坡,为一位于一200米~一2200米、具400/1000坡度的陡斜坡,略近似于陆缘陡崖,但因石花礁本身的情况不符合陆缘海地的定义,所以陆缘陡崖也就不适用于此)。

海沟陆侧斜坡为一具有25/1000以上坡度的斜坡,从靠近大陆数百米深一直降落到数千米深的海沟底,在大西洋,波多黎各海沟的斜坡属之,太平洋周围大部分地区,均由这种地形所环绕(据此定义,其上限含混不清。海沟陆侧斜坡一词,泛指由深海平台外缘直到海沟底的斜坡为宜)。

属于第三类型的区域:

大陆斜坡的下部逐渐向大洋底过渡。在这种情况下,我们将具25/1000以上坡度的地区划入大陆斜坡,而将位于大陆斜坡与大洋底之间的陆基、外侧隆起、陆缘海盆、海沟等纳入该类。

Continental rise* 一词,在日文中没有恰如其份的译名,它是大陆斜坡坡麓处的扇状地形,其坡度约为10/1000左右,由于大洋底的坡度在1/1000以内,故二者界线比较清楚。陆基宽度达数十至数百公里,其水深自1350米至5000米,少起伏,其上屡见浅谷地形。

外侧隆起的走向平行于陆岸,其与陆地间以海盆及海沟相隔,宽度在200公里以上。以相邻的大洋底为起点,它为一具有约100米乃至2000米比高的隆起带。其地形起伏变化

* 按中译名译为陆基。——译者注