

大陆架参考資料

(一)

山东海洋学院

1971. 11

前 言

近来国际上关于陆架问题展开了激烈的斗争，其原因在于：随着科学技术的发展，对海洋开发的能力迅速提高，不仅及于近岸，而且达到陆架甚至更大的深度，同时美帝国主义和社会帝国主义也乘机掠夺沿海国家的陆架资源；美苏两霸的军事力量已由近岸扩展到海洋，由海面扩展到海底，因此陆架的经济和战略地位变得越来越重要。

美苏为了侵略和掠夺的目的，不顾历史和现实情况，强行把沿海国家的领海限制在3哩或12哩的狭窄范围。同时玩弄陆架定义，企图把陆架搞得越窄越好，并对别国关于陆架的权利也加以种种限制。目前美帝又利用陆架定义把自己大陆架的范围无限扩大，从海面到海底，从海上到天空实际控制这一范围。不仅如此，还公然侵犯和掠夺别国陆架，最近美日反动派打着“联合开发”的幌子，妄图掠夺我国陆架的海底资源，就是一例。面对美苏的侵略和掠夺，各国人民为了维护独立和主权，不畏强暴，坚持斗争。特别是拉丁美洲各国针锋相对地提出“沿岸国家有权根据其地理、地质和生物特点以及合理利用资源的需要，以适当的标准确定其领海主权和管辖权范围”的主张，并宣布领海宽二百哩。另一些国家则规定对陆架及其上复海水行使主权，以维护领土主权的完整。

当前围绕领海权和陆架问题的斗争是一场控制反控制，掠夺反掠夺，侵略反侵略的斗争，是一场国际范围内的阶级斗争。为了适应这一斗争的需要，我们将陆续翻译有关陆架的资料，供同志们参考。毛主席教导我们“在阶级社会中，每一个人都在一定的阶级地位中生活，各种思想无不打上阶级的烙印。”如果说从前海洋地质学中关于陆架问题的不同观点带有学术争论的色彩，而现在不同的观点往往反映了不同的政治倾向，阅读时应给予必要的分析批判。此外，由于我们水平低，无经验，缺点错误难免，诚恳地希望批评帮助。

山东海洋学院海洋地质系译

目 录

陆架的成因.....	奈须纪幸 加贺美英雄(日)	(1)
陆架的地形.....	茂木昭夫(日)	(8)
陆架的堆积物.....	星野通平(日)	(16)

陆架的成因

秦须纪孝 加贺美英雄(日)

一般认为陆架是海水复盖下的大陆的一部分。它具有平坦的表面，外缘水深约为 120 ± 20 米。兹对其成因加以分析如下：

一. 何谓陆架

在大陆及象日本列岛那样洋中岛屿的周围，一般情况下，从岸向海延伸都被平缓的浅海所占据，这就是大陆架或简称陆架。对于岛屿周围的陆架，有时又专称岛架。

陆架，或者说“现代”具有其特征的一种海底地形，但它是否在以往整个地质时代都一直保持目前所看到的样子呢，这倒是很成问题的。这里所谓“现代”决非指陆架是近期形成的；实际上能够成为今天这样的陆架恐怕是经历了数万年或数十万年，因此我们希望把“现在”一词的含义理解为包括这样一个漫长的时间范畴。

近来海洋开发已进入新高潮，有关陆架的问题就理所当然地引起了各方面的注意。与之相关联的，经常发生问题的是有关陆架的法律问题。这方面或曾一度有这样一项规定：“陆架系指从海岸至水深 200 米的范围而言。”并且社会上似乎接受了这种水深至 200 米的浅海叫做陆架的说法。那么，有此一说也未尝不可！

然而从海底地形学或海底地质学的观点来看，如果规定某一水深作为陆架的外缘而下定义，似乎过于勉强。就目前情况而言，所谓陆架是指从岸向海缓缓倾斜的平坦浅海部分。再向前，至海底倾角急剧增大即将进入陆坡边缘的地方，也都应包括在内。

总之，作为学术上的含义，陆架的范围系指至海底坡度剧增的这一地段而言。它不是以水深而是以海底坡度作为划定标准。

这样，关于陆架外缘的水深就成了问题。一般说来，世界各地陆架水深几乎都不超过大约 120 ± 20 米，这样以来，实际上其外缘都处在小于 200 米法定水深的地方。当然也有不少地方陆架外缘的位置是在超过 120 ± 20 米水深的地方。因此它只不过是统观来说的平均值。

关于陆架的平均坡度是以 $0^{\circ}07'$ 来计算的，即约为 $1/10$ 度，所以它是极其平缓的。

二. 陆架的特征

以上所述，本来也是陆架的某些特征，而陆架尚有其他种种特征，兹摘其要者叙述于后：

1. 由于陆架地点不同，宽度可以很宽，也可以很窄，而且宽度与外缘水深之间并没有明显的关系。

2. 陆架的表面, 虽然倾斜极缓且很平坦, 但如经详细调查, 往往会发现有海底阶地作数级分布于此。另外, 除了阶地有时还会发现平缓的或规模较小而坡度较陡的地形起伏。

3. 关于陆架的堆积物, 所谓“近岸者粒粗, 远岸者粒细”并不是一个必然趋势。即使如此, 从粗到细的转化也是断续的, 甚至往往其砾、砂、泥等呈镶嵌状复于陆架表面。

4. 如果接受上述观点, 那么分布在陆架上的堆积物的平均粒径即可粗于现代河流所排出泥砂的平均粒径。

5. 基岩的出露区域及砾石的分布区域大都在陆架的外侧, 那里往往还有一层薄薄的泥质复于粗粒堆积物之上。

除上述外, 陆架还有其他种种特征, 现不予探讨。即使仅就上述堆积物的状态来说, 如果我们以为陆架从来就是目前的样子, 上面总是复盖海水, 那么就会得到一些非常离奇的、令人费解的结论。但若考虑不久前陆架的表面或曾是小于目前深度的浅海部分; 或曾是海岸线时进时退屡经往复动荡的地方; 也可能曾有过转变为陆地的时期。若持以上看法, 许多现象就不难理解了。

三. 陆架的基底构造

我们且不讨论陆架表面平坦面的形成过程问题。由于调查工作的进展, 关于基底构造情况现已逐渐查明, 似乎可以把它划分种种类型。

过去主要根据海上人工地震波探查结果推断陆架的基底构造; 而最近则运用能进行连续记录的音波探查以及重力、磁力等等资料, 把基底构造搞得越来越详细。

根据已有资料, 我们认为可暂分为如图一所示的五种类型。本文的这种分类是以海洋地质学的先驱者斯克里普斯海洋研究所的谢帕德教授的观点为基础。现在简述此图:

1. 陆架内侧由基岩构成, 而外侧由三角洲堆积物组成。
2. 堆积物按顺序堆积于基岩上, 甚至在陆架外缘附近也堆积很厚的堆积物。
3. 即使有时表面上复薄层堆积物, 但从全局看, 其基岩是由固结的岩石所构成。
4. 陆架外缘附近基岩很靠近陆架表面; 而其内侧呈盆状, 有堆积物充填其中。
5. 经过漫长的地质时代的持续堆积, 陆架上部为未固结的堆积物, 中间为固结的堆积物; 而下伏则为基岩。

在上述基岩的内部, 尤其是由沉积岩组成的基岩内部应有断层、褶皱存在, 甚至往往会有复杂的地质构造。

关于日本各岛周围的地质构造问题也是最近逐渐明确的, 其基底构造因地而异, 并有各种不同的类型。在著者等采用音波探查所调查的范围内, 例如关东地方周围就以上述图一第三类型为主, 在奥羽地方东岸海域, 九州南部东岸海域, 奥羽地方东北部的日本海沿岸及富士湾西部等皆属此型。

但也有象石狩湾那样估计应属第二类型的地方。关于新泻海域估计也应接近第二类型, 但稍离该处即接近于第三类型。

以上各者的共同特点是: “陆架表面虽有若干阶地, 但它仍是平坦的。”

四、海面变动与陆架形成

在阿尔卑斯山有一段悲惨的传说：有一对双生子，一天其中之一不慎失足冰川裂隙而丧命。但还没来得及把尸体打捞上来，那冰川裂隙就依然闭合如故了。数十年以后，在原地点下游数百米处，那裂隙又重新裂开，从中竟然发现并打捞到那具失去的少年尸体。这时原双生子中活下来的那一个已成老人了。

冰川向下流动的速度是如此缓慢，据说每年只有数米。与此相反，那些川流不息的普通河流，其流速就快得多。

海水从海面蒸发，至陆上降雨，经河流汇集入海，这种循环所需的时间一般不会太长。与此相反，如果这些水分中有很大部分以冰的形式封存于内陆，并以冰川的形式向下流动，那么就会因流速太慢，而不能轻易返回大陆。所以当冰川量增大时，海水的绝对量就减少。因此如若发生海面下降现象也就不足为奇。

我们认为在过去的数十万年中，这种现象曾经多次反复出现。

或许由于某种理由至今未建立起一种严格统一的解释。从现在地球上保存的证据可知，每二亿五千万年为周期出现一次大陆冰川非常发达的“大冰期”。后者多次反复出现。其中最近的一次大概是距今70—80万年开始的大冰期，甚至今日我们也可能仍然处于其中。

但现已证实，即是在大冰期中也曾多次反复出现次一级的大陆冰川非常发达的“冰期”和大陆冰川衰退仅残留山岳冰川的所谓“间冰期”。

现已查明，在欧洲从老到新曾有恭兹（Gung）、民德（Mindel）、里斯（Riss）玉木（Wurm）四次冰期，各者之间均夹一间冰期。在美洲大陆也有大致与欧洲相对应的冰期，从老到新有尼布拉斯堪（Nebraskan）、堪山（Kansan）、伊里诺意安（Illinoian）、威斯康辛（Wisconsin）四次冰期以及各者之间的间冰期。

既然如此，那么每当冰期则海面必略呈下降；而间冰期海面当然上升。此变化叫做冰期海面变动（Eustatic movement），而这样陆架表面恰恰处于海面升降变化的范围内。

那么，现在剩下的问题是：今天究竟是属于冰期还是间冰期。关于这方面一致的意见是：“现在不是冰期”。但也无法预测今后是否还会有冰期，并且又不宜采用“间冰期”一词，所以只能作为“现在正处在‘后冰期’”（Post-glacial stage）来处理。

由此可见，比起冰期今天的海面当然处在较高的位置。

关于海面变动的知识虽然知道得较早，但真正从量方面掌握它却仅是近十几年的事。1959年，从前述谢帕德教授及其门徒卡雷（Curry）在德克萨斯海城墨西哥湾陆架上所采取的贝壳来看，即使从水深50米采出的样品也可从中找到本来生活在海岸线附近的种属，并对后者用 C^{14} 法进行了年代测定。更由于这些贝壳中混有附着于礁石而死亡的蟹壳看来，确实有些曾生活在海岸线附近的生物夹杂其中。

如图二所示，横座标表示年数；纵座标表示采样的水深。从图能看出二者的关系是非常明显的，对这条曲线曾作这样的解释：即它“标志着后冰期海面上升的轨迹”。由此可知玉木冰期或威斯康辛冰期是距今20000—18000年前结束的，此后即开始进入后冰

期的海面上升阶段，俟至距今5000年前才达到现今海面的位置。从图可清楚的看出，距今5000年直至目前海面并未发生太大的变化。这就表明，当最后一次冰期刚结束，而即将开始上升时的海面曾处在大约100米左右的很低的部位，此后经历了多次小型反复升降，终于达到现在这样的海面。在此期间海岸线由相当于陆架表面较低的位置虽是缓慢地，但终于移动到现在的高度。

在这一期间，由于波浪的侵蚀作用，会使陆架——当时的陆地或海岸——的浅海地区的凸起部分受到侵蚀，而凹下部分被堆积物充填。

从 120 ± 20 米至0米之间的陆架表面确实最少经过一次这种“夷平”的过程。更早在冰期、间冰期曾数度反复交替的时代，或者就已存在这种“夷平”的过程。但当时海面变动的范围究竟怎样，达到了哪个具体的位置等量的方面的情况，很多问题还远远没有搞清楚。所以我们可能尚未摆脱主观臆测的范畴。现在只能说陆架的表面经受过这种剥蚀、堆积的过程。

运输部海上保安厅航路局已故的小向良七以及茂木昭夫等人曾详细调查津轻海峡，北海道大学濑正雄详细研究了此项资料。最后归纳成图三所示的“从最后一次冰期至后冰期的海面变动轨迹”。该图是航路局佐藤任弘改编的若干图件中的一部分。

从图可知，自玉木冰期的初期至中期海面是在 -50 ± 10 米左右，而进入后期立即下降到-140米。之后才转入海进时期。

在该图中把距今一万年左右以前作为玉木冰期，把此后的时期作为“后冰期”或“现代”。这正是因为从气候学的观点我们把“后冰期”看作大约从一万年以前开始的缘故。

海面究竟为什么较早转暖而开始上升，为什么它和气候转暖的时间错开了大约一万年左右，这一点是今后值得研究的课题。

通过以上的叙述，我们认为陆架表面夷平的原因比较清楚了。今天陆架往往是被海水复盖陆地的一部分，而在两万年前的某个时期则几乎全部为陆地。

五. 东海村的例子

我们拟举一例，以验证前述过程。笔者在东海村原子发电厂铺设原子炉海底冷却水取水管施工前，对有关该工程附近大范围的陆上钻孔资料进行了地质学的分析，而且对周围海域海底表层沉积物也进行了调查。这是1957年至1959年前后的事情。之后，1963年为了探索周围陆架的海底地质构造，曾使用电火花连续声波探查机进行了调查。现在我们把通过这一系列调查所得的资料以图为主进行说明。

图四是根据钻孔资料所得出的新第三纪基岩顶面的埋深。幸亏该处附近陆上的大多数钻孔都打到了基岩，而且钻孔数目又多，因此得以很好地反映顶面的形状。该图给人的印象是基岩顶面好象是由几级平坦面所组成。

尤其在调查区的北部有一深度约为 -55 ± 5 米，宽度可达2.5公里的宽阔的面，它彷彿是一个古河床面。在南部则看到好像是这支古河道的支流。在北部古海床的南岸，沿古河床有一个-15米的面。在约-5米、+5米、+10米处，皆可看到有一平坦面。

著者等人给大约埋在现代久慈川下类似古河床的东西冠以“古久慈川”的名字。这

是由于我们断定在与该河遗迹相应的平面上有冰期海面下降时期经由附近自西向东流的河流遗迹的缘故。另一方面，则给南部支流的遗迹冠以“古新川”的名字。

图五表示沿图四海岸的A—A'剖面的基底构造；图六同样是C—C'剖面的基底构造。A—A'剖面略呈南北方向。C—C'剖面大致直交于A—A'。这些基底构造的推测完全是以钻孔资料为基础而作的。

A—A'剖面表明，古久慈川和古新川的侵蚀谷经过后冰期的海面上升时期，亦即海进时期，以及继之而来的海面稳定时期，被彻底埋藏起来了。砾石层、砂层是呈透镜状夹于泥层之中的。这些新的堆积层正是在过去两万年里堆积而成的冲积层。但A—A'剖面的一15米的面，被砾石层复盖着，该面和砾石层可能都是古河床的面，后者可能就是之后在形成—55±5米面的谷时受到下切后所残留下来的河流阶地面。

C—C'剖面包括三个海底钻孔的资料，上复于基底面的砾石层，可能是属于前述的一15米面上的砾石层的延续部分，是古代堆积物的残留物。其上有砂层，它属于现代堆积物，并由海向岸呈楔状分布。图中暗示，在水深20米左右的海域楔状砂层尖灭；再向海方向延伸，在陆架上或者基岩上复砾石或粗粒堆积物，或者基岩裸露，其本身即为海底面。该图左方的厚砾石层及其上以斜线表示的一层都是较老的，后者即是所谓的“关东坳层”。

图七是东海村附近海域浅海底表层堆积物的粒径分布图。在该图中显而易见，从水深15—20米至海岸的地段分布分选较好的中、细砂；在由此向海延伸的地段上，却有粗粒砂和砾呈镶嵌状分布。这种情况与图六C—C'剖面是非常吻合的。所谓15—20米水深是指波浪作用所能达到的下限水深。而在更浅的地方，沿岸漂移的砂质堆积物大概是在过去五千年左右的海面稳定时期的产物，它可以和“现代堆积物”的名称相吻合；在15—20米水深向海延伸的地段上，由于这类堆积物还未到达，海底或者是以前的波蚀面直接暴露或者仅仅上复薄层粗粒堆积物。但是在那些古河道分布的地方，如前所述，由于冲积层堆积得更深更厚，因而现在陆架的夷平程度已经到了乍看简直难以辨认的地步。

图八表明，东海村以东的陆架的基底构造是用电火花探查法测出的。在这种地方很明显地追溯出古久慈川和古新川的故道被埋藏在陆架下面。在那些不是河流故道的地方则其基岩距海底面很近，仅有薄层古老堆积物或新的泥质复盖其上。

图九是从古久慈川试截的横剖面，在现代陆架外缘附近，古久慈川的河床急剧倾斜下降。该急剧倾斜的地方大概是玉木冰期后期海面下降至—140米时切割而成的。

(文献略)

(译自日本《海洋科学》1970年第1号)

《陆架的成因》附圖

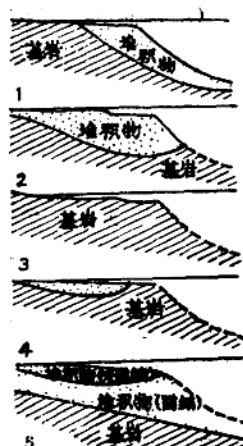


图1 ↑有关陆架成因方面的各种学说

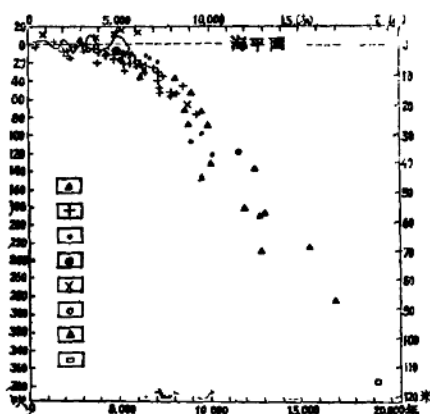


图2 ↑据根据 ^{14}C 年代测定，所测得的过去19000年以来的海水面上升的情况。依据谢帕德原图(1963)

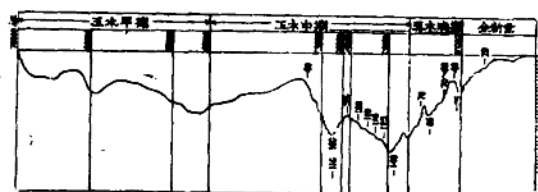


图3 ↑玉木冰期以来的海平面运动



图6 ↑图4中的C~C'地质剖面

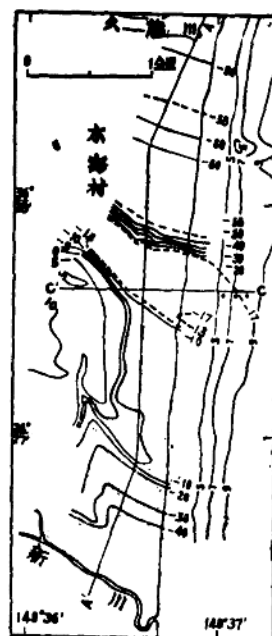


图4 ←东海村附近的基岩深度



图5 ←图4中的A~A'地质剖面

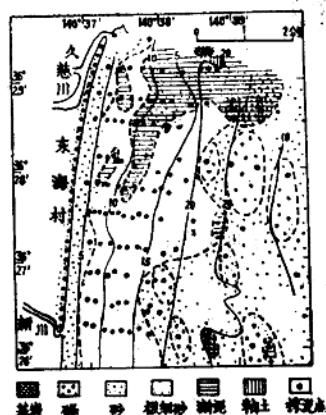


图7
底表层堆积物剖面图
←东海村附近海域的海

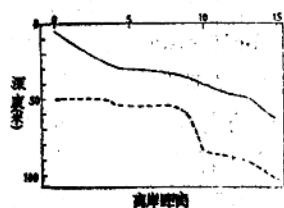


图9 ↑古久慈川中轴下方的古纵剖面

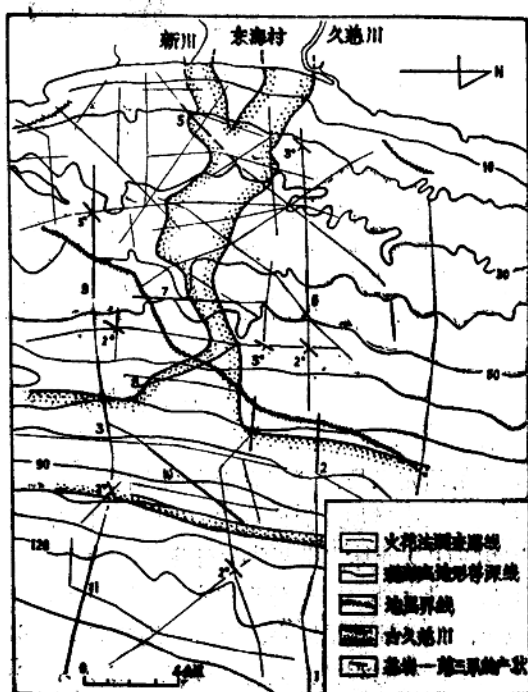


图8 ↑东海村海域陆架下的古久慈川埋藏溺谷(根据音波探测法而得)



- 《陆架的成因》
地名索引图
——本文译者
编绘
1. 关东地方
 2. 奥羽地方 (东北地方)
 3. 九州地方
 4. 富山湾
 5. 石狩湾
 6. 新潟
 7. 津轻海峡
 8. 东海村
 9. 久慈川
 10. 新川

陆架的地形

茂木昭夫(日)

关于陆架的原始地形,我们认为应追溯到“下末吉期”^{*}以前。陆架的地形,主要是受玉木冰期海面下降的强烈影响而成;部分地区则又经受地壳运动及潮流等因素的改造,这种改造迄今仍在继续进行着。

一. 陆架是大陆的一部分

陆架的定义是,“广布于大陆周围、坡度极小、一般深度小于200米的平缓海底。”陆架坡度急剧增加,而向着陆坡过渡的地带,叫做陆架外缘(shelf edge)。谢帕德(Shepard)计算出世界陆架外缘的平均水深为145米。除了那些在冰期受到冰川影响的高纬地带之外,陆架外缘的水深,可以说是比较一致的。陆架的宽度最大可达600公里以上,最窄处几乎缺失,而其平均宽度则为67公里。其面积占海洋的7.6%,大致相当于陆地面积的23%。无论从面积或深度来说,陆架都是人类在地球上活动的新场所,这是陆架最近受到注意的原因。

若要了解陆架在地球上所占的地位,海陆起伏曲线(图一)是很方便的。该图表示地表高度及其面积所占百分比之间的关系。从曲线图可以看出,海面下4000—5000米和海面上0—1000米的两个阶梯水准面占据着地表的最大面积。前者为洋底,后者则相当于海岸平原到陆架的地带。地球上的这两个阶梯水准面,还表示构造上的差异,前者为大洋地壳,后者为大陆地壳。换言之,陆架不论在构造或地形上都属大陆的一部分。

既然陆架是大陆的一部分,那么究竟它在大陆上占据什么样的地位呢?从海陆起伏曲线图可以看出,其曲线形状与指数曲线十分相近。对于大陆部分,如若较详细地追溯其关系,就会发现,它是由数条指数曲线结合而成。

图二举的是日本列岛的例子。从图中可知,日本列岛的高度分布是由三条指数曲线结合而成的。在半对数图表中,我们可以把分布在同一直线上各种不同高度的地形带看成是由一系列相同因素的作用而形成的,直线的转折就意味着它们之间的不连续变化。日本列岛是由三次不连续的拱隆作用所造成的。这一结论就是依此法推测出来的。应该注意的是,陆架的高度分布都是在最后700米以内的指数曲线上。

我们认为,这充分说明,陆架与700米以内的地形带都属同一体系,也是对“陆架是属陆上形成的水准面”观点的有力支持(图二)。

* “下末吉期”相当于更新世中期——译者。

二. 海岸地形与陆架的关系

假若陆架与 700 米以内的陆上地形带是属同一体系, 则二者应有密切联系。

一般与山地相连的陆架狭窄; 而与平原相连的则宽广。因为陆架外缘的深度差别不大, 这就意味着, 与山地海岸相连的陆架坡度陡, 而与平原相连的坡度则平缓, 即陆架的坡度与相邻陆地地形的坡度成正比。如前所述, 陆架所以具有这一特性, 是因为其原始地形受第三期拱隆作用的影响, 因而与 700 米以内的陆上地形构成统一体系的缘故。冲积平原延伸的海域, 陆架坡度平缓, 宽度大, 这是由于来自河流的大量堆积造成的; 而在山地海岸地区, 陆架坡度陡, 则是因为山麓的延伸部分、阶地及扇形地存在的缘故。图三为常盘海岸的一部分, 该图生动地显示了河谷切割的台地的水下延伸部分, 这证实了陆架地形是陆上的延长部分。

现代海岸常见有上升海岸和下降海岸。前者表现为海岸阶地; 后者是以里亚斯式海岸为其代表。假若陆架是陆上 700 米以下地形带的一部分, 则其上若有同样显著的表现也是不足为奇的。但事实上, 从下降和上升海岸在陆架地形上的表现来看, 二者无显著区别。这使人想到, 在下降和上升海岸形成后, 曾受到某种改变, 以致消失了它们之间的差别。我们认为, 由于冰川作用引起的海进海退现象, 正是导致这种地形改变的原因。

阪口丰 (1964) 曾详细探讨过 700 米以下的地形带, 他发现以 50 米高度为界, 还可细分为两个地形带 (图二)。他进一步指出 50 米以下的地形带是受下末吉期以后的冰川性海面升降 (glacial eustasy) 的影响而形成。虽然陆架是在下末吉期很久以前成形的, 但在其后, 尤其是在玉木冰期海面下降时, 它又受到显著强烈的改造, 才有今天这样的陆架地形。吉川虎雄曾指出, 根据沿溺谷所分布的阶地来推测, 造成里亚斯式海岸的那一次下降, 实际上是发生在玉木冰期以前日本列岛拱隆运动时期的一种列岛边缘的下挠现象。这次拱隆现象以日本列岛 50 米以上的地形带表现得最为明显。也有人指出, 现代里亚斯式海岸是由玉木冰期以后的海进所形成的。正如大塚弥之助指出, 海进时硬质岩石组成的海岸地形仍保持其原貌, 而松软岩石组成的海岸地形则被夷平。

图三所示的常盘海岸是由松软的第三系组成。从等深线可看出, 从前海岸线是曲折的, 海进以后, 岬角部分已被侵蚀夷平, 残存着海底阶地, 该图清楚的表明其发展成为现代平缓海岸线的整个过程。

三. 陆架的地形

陆架是陆上地形的一部分, 最好的证据是海底阶地和陆架谷 (shelf channel) 的存在。在日本周围, 可见到 3—10 级海底阶地, 而具有共同性, 且广泛分布的有 3—4 级。最上部的阶地是从海岸到水深 10 米左右, 现在仍受波浪侵蚀、堆积作用的较狭窄的地带。在岩岸上有基岩广泛出露; 而在砂质海岸上, 从岸向海, 则有砾、砂、泥等粒度循序递减的变化。在 -30—-60 米有 1—2 级中部海底阶地, 这里地形起伏微弱, 基岩出露, 以砂、砾等粗粒物质占优势, 并且没有上部海底阶地那种向海粒度变细的规律。

海岸的特性也不一致。下部海底阶地是-80—-140米陆架外缘的平坦面，这里一般被泥砂复盖，也有的地方基岩出露，或有砾石存在。但这些阶地多数是被堆积物复盖，只在堆积作用微弱的岬角部分及岛屿周围才经常可见。一般在太平洋沿岸，这些阶地保存较明显；而在日本海沿岸则不明显，仅其底质分布有这种趋势。如果用现代波浪作用解释海底阶地的特性，大概不能不说是困难的。这一系列的海底阶地，都是相应于各自的侵蚀基准面而形成的侵蚀面或堆积面，年代测定的结果证实了这一事实。

陆架上有一些浅切割的陆架谷分布着，这是在巽他海及美洲东岸陆架发现的情况。这些陆架谷与河谷紧密相连，这早已引起了人们的注意。但它们与河谷不尽相同，它们很少连贯，常被较浅的地段隔开。通过钻探，已查明陆架谷的某些局部地段往往被严重充填。在日本周围的陆架上也发现类似的陆架谷，尤以常盘海岸，鹿岛滩南部保存的最佳。这里陆架谷自水深20米左右开始，在-20—-60米的中部海底阶地上切割较浅，再向下至-60米附近的地方消失。向上，在水深小于20米的地带，由于被海岸附近的现代堆积物复盖，陆架谷也隐蔽不见，但它与入海河流的河谷是吻合的。在东海村海域，虽然现在陆架谷在地形上表现得不甚明显，但通过海岸钻探，我们发现在-60米有一被复盖的久慈川在水下延伸的古河床，通过回声测深，现已查明，这支古河道向下延伸直至-70—-100米的水下古海岸线（图四）。就是说，久慈川的水下古河道已被堆积物复盖，它从现代冲积平原的下部向海延伸，陆架的下部曾为其入海河口。在东京湾，伊势湾，大阪湾等堆积作用强烈的地区，虽然现在几乎没有保存陆架谷地形，但通过回声测探，已证实了在-80米附近入海的埋藏谷。在常盘海岸及鹿岛滩南部保留的陆架谷，虽然局部已被堆积物复盖，但它无疑是被掩埋在冲积平原之下的古河道的延伸部分。

由于冰川性海面变化，当海水向陆地入侵的时候，若其速度不均，那么，在海面暂时稳定的阶段，就有可能在海岸上切割出一些特殊地形，并且后者也被保存下来。一般说，陆架谷大都被复盖，但也有的地方保存完好。在美洲东岸分布一些岸外砂洲（Barrier island），其内侧均有狭长的泻湖，在柯德岬角以南的陆架上，有几道细长丘状的微弱起伏，其间形成浅槽。这些丘状起伏与现代的岸外砂洲具有同样的生成环境，都是由于海浪的破碎和漂砂运动等的影响而形成的，我们推测，它可能是在海面上升过程中某一暂时稳定时期形成的。

有的陆架上，可以看到作为古海岸线的另一种标志——三角洲。在长江口地区，有宽广的，呈扇形的浅滩叫做长江浅滩，它是由长江排出之堆积物所构成，从其形状判断，它应是以-70—-100米的陆架外缘平坦面为基底的水下三角洲。在能登半岛北部埋藏陆架谷的古入海口处也有一扇形堆积，该堆积扇复盖在-30米的海底阶地上。此外，在伊势湾及北海道湧沸平原海域的-30、-10米地带也都有同样的地形，后者并有水下砂堤。

在遭受冰川作用地区的陆架上，则有显著的冰川地形。在挪威海岸上叫做峡湾的，就是由冰川切割而成的深沟，它不仅深入于内陆，而且横穿陆架，直达其外缘，在那里形成由砂砾物质构成的堤状滩。在陆架上所见到的大量深沟都是冰川以雷霆万钧之势切割基岩而遗留下来的痕迹；在冰熔时期冰川末端由碎屑物组成的滩叫做冰碛。在美洲东岸海域的乔治滩，大滩（Great Banks）以及北海的德嘎（Dagger Banks）等皆属冰

积。但冰川不同于普通的河流，海岸线不能成为冰川运动的障碍物。冰川能够向海推进，当它触及海底时，也能像在陆上一样很易进行切割。

四. 冰川性海面变化与陆架

陆架是陆地的一部分，那么，其地形发展的时间顺序究竟怎样？正如前述，关于大陆架的原始地形，应追溯到下末吉期以前，可能与阪口后期的地形发展时期有关。海拔50米以下的地形，又受以后的冰川性海面变化的强烈影响。因此，很易作出这样的推测：“陆架的地形是在冰期海面下降时形成的。”卡雷 (Cararay, 1960) 用C¹⁴方法对陆架的贝壳化石进行年代测定，结果也直接证实了这一点。测定结果表明，陆架外缘约在19000年前处于海岸附近；而越近岸则年代越新。从而可知，陆架的地形受玉木冰期的强烈影响。因此，我们认为位于陆架外缘-100米附近的平坦面，是玉木冰期海面最大限度下降时期所形成的海蚀面或堆积面；曾在此入海而现已局部被埋藏的陆架谷，就是在海面下降时期切割而成的河谷。久慈川埋藏陆架谷末端的海蚀平台就是当时的古海岸线。在美洲东部富兰克林海岸-70米古海蚀崖可能标志着该处是古海岸线。能登海域-80米的水下三角洲及长江水下三角洲可能都是同期或更晚时期的海岸线。

关于中部海底阶地，究竟是在海面下降过程中还是在海面最大限度下降之后而又转为上升的过程中形成的呢？众说纷纭，没有定论。众所周知，日本的冲积平原之下，除了埋藏河谷，还有数级埋藏阶地。在相模平原之下，有3级埋藏阶地，上面的二级上复“关东护母层”，它是在海面最大限度下降过程中形成的，其高度为-20-30米，我们认为，它与陆架上-20--60米的中部海底阶地相毗连。再者，最下一级埋藏阶地，位于-40米，其上无护母层，我们认为它是在后冰期海面上升过程中，由于暂时海退所造成的。在-20--30米附近有砾石层连续分布，一般认为它是海面上升过程中曾发生小海退的证据。在-20--60米的广阔地带，其中一部分可能是玉木冰期海退时造成的阶地面；另一部分可能是后冰期海进过程中暂时海退时的产物。在现阶段，如果用海底资料去区分它们，是不容易的。现已查明，久慈川埋藏陆架谷的剖面，是由位于-50--55米的“上游”与-105--110米的“下游”两部分组成的。根据剖面所能作的结论是：上游形成以后，曾发生海面最大限度的下降，然后才产生了下游部分。但事实上，各地陆架谷的被认为较新的“下游部分”没有保存较好的，这可能说明在海面上升过程中曾一度发生过谷的回春。

在浅海地区常见的诸如水下海蚀平台，水下三角洲等可能都是5000年前小规模的海面升降所形成的地形。一般认为富士湾浅水地区残存的海底森林是3000—1500年前发生的小海退的证据。

五. 地壳运动对陆架的影响

前已述及，在陆架地形上保存最明显的是冰川性海面变化所带来的影响，但决不应忽视其中也有地壳运动的作用。从陆架地形来看，究竟是由于冰期海面变化的影响还是由于地壳运动所造成的，却是难以区分的。我们不妨把陆架局部超深地区看成是由于

地壳运动的影响。例如在密西西比河三角洲地区，发现在冲积层之下埋藏一古河道，其埋深超过当时的海面下降量，一般认为这是由于密西西比河排洩出来庞大堆积物的荷重使海底发生沉降所致。此外，再如斯堪的那维亚半岛等在冰期曾为冰层复盖的沿岸陆架上，则有与海岸线平行的深凹存在，一般认为它们是在后冰期冰层消溶时，地壳发生均衡运动致使半岛隆起所造成的枢纽线（Hinge line）。

在日本周围的陆架上，也发现数处表示地壳运动所造成的地形。从盐屋崎到仙台湾之间的陆架上发育着-20—-50米的中部海底阶地，其外缘深度在南部的四仓附近为-25—-30米；在北部的仙台湾则为-40—-50米，即越向北深度越增加。中川久夫（1961）对沿岸的海岸阶地进行了调查，据他宣称：在该海岸连续发育与下末吉阶地相应的第三阶地，该阶地向北倾斜，这种倾斜运动现在仍在进行着。我们认为中部海底阶地的这种水深变化可能是倾斜运动的结果。

因为海底阶地是由于波浪的侵蚀与堆积而形成的，所以一般应向海缓缓倾斜。如它们完全被剥蚀，其表面接近水平，就象是滩。此外，据悉有的海底阶地却朝着陆地方向呈逆倾斜；也有的滩顶平坦面（阶地面）却朝一侧呈单斜。前者，曾见于粟岛及尻屋崎周围；后者则广布于佐渡北方的诸滩。很明显这些顶面的倾斜都是地壳运动的结果。1964年新泻地震时，粟岛曾发生向西的倾斜，其方向与粟岛东缘海底阶地向西的逆倾斜是相同的，同时与距此很近的最上滩附近滩顶平坦面的倾斜方向也是完全一致的。这些现象说明，这次地震所引起的倾斜运动是从地质时代继承下来的，以致造成今天可见的那种海底阶地地面的倾斜。

在日本海沿岸，有很多类似的滩，其间发育着浅槽（原文为海盆——译者），从而构成一种特殊的陆架，并特别叫做“陆缘地域（Continental borderland）”，以示区别。在东北日本海沿岸的陆架上，外侧几乎都有滩，滩的内侧环抱着浅的海湾。近来由于广泛开展的回声测深工作，查明在陆架外缘几乎都有大型的背斜构造。并且我们开始发现，这些滩都是沿着伴随褶皱运动而发生的断层、隆起所造成的。图五说明直江津陆架的构造，我们可以认为，这里褶皱运动不仅现在仍在继续发展着，并且也反映在地形上。新泻地震时，隆起的粟岛地块运动也是这一事实的重演（图五）。

六. 现代改造作用对陆架的影响

现代陆架仍继续受到局部的改造。我们认为虽然整个陆架现代仍在接受极其微量的堆积物，但从时间所占比例来说为时甚短，因此可以忽略不计。现阶段，平时由于波浪的侵蚀堆积作用，在水深小于20米的沿岸地带以及潮流强烈作用的海峡地区，陆架地形改变比较显著；而在发生海啸台风及伴随地震的地壳运动等非常时期，它们都参予陆架的局部改造。

（1）波浪对陆架沿岸地带的改变

波浪能使细粒底质发生移动的最大深度是180米，此深度叫做“波浪作用极限深度（Wave base）”而波浪的侵蚀所能达到的深度叫做“浪蚀极限深度（base vigorous abrasion）”，它最大不超过10米左右。大部分波能将消耗在这一地带，砾石也将在

这里迅速磨损，在“波浪破碎带”水深变化最大，而在水深大于20米的地带变化甚小，从而也证明了这一点。波浪打击海岸时，产生海蚀崖及位于其下的海蚀平台，当海蚀崖发生后退，不仅使海蚀崖的宽度增加，而且从海蚀崖侵蚀的岩屑还将堆积于海蚀平台的外侧，从而造成堆积阶地。海蚀崖后退速度取决于岩石的种类，根据估计，更新统为16—80Cm/年；第三系为4—28Cm/年；中生界、古生界的火成岩在1Cm/年以下。但海蚀平台一旦加宽，则波浪的作用随之减弱，因而海蚀崖后退的速度也将减慢，这样海蚀平台的宽度就有一定的限度。如果海蚀平台超过此限度就必须有地盘的缓慢下降或海面上升，才能使海蚀回春。

在砂质海岸上，由于河流排出的泥砂在此堆积，所以海岸线有向前推进的趋势。河流排出的泥砂，以粗细为序，从岸向海依次堆积，因而形成20米以内的堆积面。另一方面，沿岸水流搬运的泥砂，堆积在适当的地方，能对海岸起保护作用，有时还能形成砂洲、砂咀等地形。也有的泥砂流入海底峡谷，就造成发生混浊流的原因。如果由于某种原因河流排出的泥砂量大为减少，则海岸线后退，从而造成侵蚀面。海岸线产生局部后退的原因诸如河流的改道，最近盛行的人工采掘河床砂砾以及水上建筑阻挡漂砂的运动等。在海岸带除了永久性变化之外，尚有短期性变化。最明显的是气象的季节性周期变化。在日本海沿岸就有多风的冬季和平静的夏季的明显周期性。在相模湾的二宫海岸，春季强风期和秋季台风期都是海岸遭受侵蚀的时期，因而就表现出双周期性。在春、秋季节海岸受到暴风浪侵蚀的时候，侵蚀之泥砂堆积于水下岸坡上，造成远离海岸的水深小于近岸地带的现象。当暴风浪侵蚀大型滩角时，侵蚀的泥砂沿大型滩角呈舌状伸向水下（图六）。这里因海底坡度陡，所以不发育水下砂堤，而在暴风浪季节，水下砂堤会暂时产生。在盛行湧浪的夏季，底质被搬运并堆积于海岸，因而海岸线向前推进，这时海滩和滩角就很发育。换言之，在沿岸地带，随着季节变化，堆积物在海岸与海底之间往返搬运。

（2）潮流对陆架的改造作用

波浪的作用最大只能达到10米以内；但潮流与海流则是大型的水体运动，所以潮流作用强烈的地方，能影响陆架的整个深度。因为潮流受海岸地形的严格控制，所以后冰期海进过程的每个阶段，潮流的特性都应截然不同。根据观测，在北海、马六甲海峡、朝鲜西海岸等地，都有大规模的水下砂洲，其排列方向、形态与现代的潮流完全一致，其中也有一部分甚至今天仍继续受到潮流的改造（图七）。从前述水下砂洲与潮流相吻合以及潮流本身又受海岸线控制来看，水下砂洲应是5000年前至今这段时间里形成的。由于陆架原为陆上地形，而后沉没于海底的，所以水下砂洲发生与发展就是现代陆架改造的一部分内容。此外，在海峡地区形成的深凹叫做“海釜”（Caldron），它与潮流侵蚀有关。有人根据深凹未必与现代潮流最大流速的位置一致以及在某些深凹附近发现古河道的痕迹等，提出了与潮流侵蚀相反的论据；但从濑户内海的海釜来看，我们怀疑其中有一部分海釜最近数十年内深度可能有所增加，如果属实，那么就不得不认为是潮流侵蚀的结果。

（3）异常海象对陆架的影响

目前关于台风、海啸等异常海象对陆架的影响，知道的尚少。虽然有不少由海啸及台

风产生的大浪严重破坏海岸或使海岸地形发生剧变的例子，但还不能十分确切的知道它们能使海底发生显著影响的深度。伊势湾的台风和智利的地震说明，其显著影响达到水深10米左右。当海啸或台风来临时，航道常常被淤深，航道内的两边角，则有泥沙堆积，致使局部水深有减小之势。这种趋势不是使浅滩摊平，充填其低凹部分，而恰恰相反。从气仙沼湾来看，异常海象竟使局部产生深达10米的沟其侵蚀的剧烈程度可想而知。

(4) 地壳变动对陆架的影响

伴随地震的地壳变动有时也能改变陆架，1964年发生的新泻地震，其震源在栗岛附近，结果使栗岛上升了约2米，并向西倾斜，使震源附近海底最大上升高度竟达5米，而与此接壤的本州海岸和海底发生了沉降。我们认为震源东侧产生的高达2米的崖可能是一断层。在震源周围海底有泥流出，也有的地方被泥填埋起来。我们通过调查栗岛的地形和地质，明确了在整个地质时代都曾发生类似上述的运动，从而形成了现代陆架的地形。

(参考文献从略)

(译自《海洋科学》1971第1号)