

海岸带泥砂运动的形态学与 岩石学的研究方法

O. K. 列昂捷夫

(苏联科学院海洋研究所, 莫斯科大学地貌教研室)

在苏联, 近十年来, 海岸地貌学的研究有了很大的发展, 而对于海岸地带, 即海与陆相互作用地带的泥砂运动及其迁移规律性的研究则是其中最重要的一个方向。实际上, 正像 В. В. Лонгинов 所指出的, 对岩石圈物质迁移过程的研究是从“岩石颗粒及原生岩块的破碎开始直到它们在地质作用中重新结合为止”^[1]而且是作为研究地壳表面地形的形成及其发展的地貌学中的一个重要任务。正是在这个作用的过程中及其后果, 就建立着并发展着各种地形的形态。通常, 这些形态可划分为二种基本类型: 剥蚀的和堆积的。

海岸泥砂迁移的研究可以阐明各类海岸的成因, 确定它的发展阶段, 并可以指明海岸发展的一般规律。此外, 它也有直接的实际意义; 因为, 许多工程地质现象都与泥砂的迁移作用有着最紧密的联系, 如港湾与航路的淤积, 以及在国民经济上有价值的海岸地区的冲毁以及其它的形状改变等等。

显然, 在海滨区内泥砂迁移的主要因素是波浪和由于波浪、风及水盆的海平面变化等的影响而产生的各种各样的暂时流, 那么, 在研究泥砂迁移的同时就应当“尽一切可能对海岸地带的水文动力状况进行研究”^[1]。同时, 浅海中水体波浪运动的规律性也具有重大意义。但, 实际上, 这方面的研究还刚刚开始; 我们还没有可能详细的探讨这些规律。这首先是由于对它们研究得不够, 这时就会引起对许多极其重要原理的争论, 并且会模糊不清。同时, 还因为, 如果对这些尚在争论着的问题加以阐述, 那么, 就会使这篇文章离题太远了。所以, 关于海岸动力学方面的知识, 我们只是扼要的举出一些普通的原理, 如缺少它们, 在进一步说明问题时就会感到困难。

在岸边及其水底斜坡上, 引起能搬运碎屑物质的水体运动的主要因素是波浪。在水的底層, 波浪运动的速度随着深度的减小而增加, 并且在破浪带达到了最大值。同时, 随着深度的减小, 波浪运动对泥砂物质的作用后果也在增加。其它类型的水体运动, 通常是没有这么大的速度能单独引起泥砂颗粒的运动。只有完整的波浪运动或是它的一些派生运动才能够这样^[4, 7, 11]。

关于海岸动力学方面的其它基本原理, 如上所提到的 В. В. Лонгинов 的文章里已有论述, 可扼要的归结为下列几个方面:

1. 在水下的海岸斜坡上, 构成平衡剖面的物质的总体, 运动取决于向岸浪的速度与逆岸浪速度的差异, 而波浪的速度在许多情况下会被从海岸指向大海的径流的影响而复杂化。

2. 既然大部分海岸地带位于海平面以下, 那么海浪运动的大部分能量就必定消耗在这部分海岸的改造上。同时, 水面以上的海岸地带(即海岸本身的变化, 不仅与水面以下海岸斜坡上的各种作用有紧密联系, 而且也是它們直接作用的结果。海岸地形最初结构的本身, 对于水下的各种作用及其流动条件同样有巨大的影响。总之, 可以认为, 这两部分海岸地带的地形类型的形成(水上的与水下的)与发展, 相互間有着紧密的联系。

3. 运动着的水体与海岸带的表面地形, 在其相互作用的过程中就引起了泥沙颗粒的再搬运, 并改变着地形表面的倾斜度。与此同时, 底层水体运动的速度也会有所改变。归根结底的說, 在一定的水文动力状况下, 这种相互作用的过程就会产生这样一个状态的剖面: 它上面的泥沙颗粒, 在一般的情况下变成为单向的迁移。但是, 在这个剖面上, 由于波浪速度、重力及底层补偿流的影响, 泥沙颗粒仍然保持着波动运动(往复的前进运动)^[7]。

已达到动力均衡状态的海岸斜坡只有在水文动力状况发生重大变化的时候才能受到破坏。B. B. Лонгинов 认为: 海岸斜坡的动力均衡的概念是“海岸动力学中的最普遍和最重要的原理”之一^[8]。

4. 在海岸带发展的特定阶段上, 泥砂的纵向迁移具有着极其重要的意义。在同一个波浪作用力条件下的泥砂迁移的强度与方向, 将以波列向海岸作用角的大小而有所不同。当这个角度达到某一特定的数值时, 泥砂迁移的速度就能够达到最大值。这个使泥砂的纵向迁移具有最大速度的理想波浪作用角(角 Φ) 存在的原理, 在分析各种堆积形态的结构及分析割切海岸(海进的)的改造及预测其发展的时候, 是非常重要的^[7, 15]。

無可怀疑, 只有在野外具有实验性的固定研究装置的工作条件下, 对这个过程进行直接研究才能够得到关于海中泥砂运动的规律性及其特征的最有意义和最精确的数量上的资料。在苏联, 许多科学机构采用了各种措施来进行这种类型的工作。然而, 苏联科学院海洋研究所黑海研究站和交通建筑部水文科学研究所, 多年来在黑海所进行的工作是最完整的。在工作过程中建立了许多新颖的研究方法, 得到了数量成果的原始资料, 以及发现了许多重要的规律, 它迫使我们重新审核那些过去在很大程度上是用推测方法而提出来的原理。

用海岸动力学的方法直接研究泥砂运动以及运用这些方法所能获得的最有意义的成果, 在 B. П. Зенкович 的文章(見本刊本期 185—208 頁)中已有論述。然而, 在实际調查工作中, 研究者们通常是沒有可能来采用这些方法的。同时, 在许多情况下, 由于进行这种类型研究工作的据点不很多, 而使他們沒去处理由其它研究者们根据泥砂运动直接研究的方法所得到的一些具体资料。但是, 在这个工作阶段上, 研究者们应当足够地, 确切地理解泥砂迁移的基本规律, 应当对泥砂物質的輸入与輸出的情况給予如果不是数量上的, 但至少是質量上评价。也应当闡明泥砂迁移的方向及其供給地, 以及指出泥砂物質缺少或过剩的地区。

在調查研究工作中, 形态学和岩石学的方法是研究泥砂迁移区域性规律的最重要的方法。在形态学的方法中, 我們指的是研究海岸类型的形状及其表層的结构。然后, 根据这些资料就可得出关于海岸的发展、成因、及其结构特点的最重要的結論。其中也包括了在所研究的海岸地段上泥砂迁移动力状况的主要特点。在岩石学的研究方法中, 我們指的是研究构成冲积物的最松散物質。闡明它的粒度成分特点, 研究能表征它們物質成分

的岩石組合或矿物組合，以便进一步解释这些物質的来源，以及它們沿着岸边或是沿着海岸綫的法綫而迁移的方向。在运用这二个方法时，常常通过这样的方式：在野外，根据形态学的分析方法，建立与研究者的問題大致上相适应的工作假說。然后，采集海滨的和海底的泥砂样品以便在实验室内进行机械分析或矿物分析。并且，研究者再审查自己根据形态做出的工作假說，使它更精确或者放弃它。最后，考虑到了岩石成分而制定新的假說。在野外，有的时候必須，也有可能同时使用这二种方法配合着进行工作，而且，这样的相互配合是最能令人滿意的。因为，在很协调的运用这二种方法时，研究者所花费的时间和物力将是非常經濟的！

在海岸的形态学分析里，認真地确定和研究构成堆积类型的海岸砂堤的分布，以及堆积类型的形态特点是非常重要的。然而，这些还远远不能包括形态学分析法的全部内容。在 В. П. Зенкович 的論文里(1946)提出了进行海岸动力学及形态学研究的科学原理^[7]；这个方法的运用是非常卓越而又富有成效的。应当指出，D. Johnson(1919)同样很广泛地运用过海岸类型的形态学分析法^[26]；他首次企图綜合与理解世界大洋个别海岸地段結構的一些零星的实际材料。

海岸类型形态学分析法的主要特点，曾为本文作者綜合在几篇单独的文章里^[6,17]。下面就来描述一下形态学分析法的基本特点以及运用形态学分析法来解释泥砂迁移的方向及其特点的例子。并且，除了上面提出的文章中所报导过的一些个别資料外，还采用了作者和其它苏联研究者們的某些新資料。

已經指出，海岸砂堤的相互位置及其方向和現代海岸綫之間的关系的分析对于判断泥砂迁移的方向及其特点常常会提供很宝贵的材料。海岸砂堤的特点是：它們始終严格的沿着海岸綫形成，因而，在現在的地形里就能确定与古海岸砂堤年齡相当的古海岸的位置。同时，在縱向海岸或底層迁移的条件下，海岸砂堤的方向也反映了泥砂运动的方向。

对發育在里海西北部海岸上的布梁砂嘴(Брянская коса)和秀特肯砂嘴(Суюткиная коса)的結構分析就可作为研究古海岸砂堤的分布和它与現代海岸綫之間的关系以判断泥砂迁移方向的一个例子。这两个地区是捷列克河(Р. Терек)三角洲的残余部分，在十七世紀末到十九世紀初曾存在的那部分三角洲支流消失之后^[16,21]，三角洲的外緣(靠海的边緣)就由于波浪作用而剧烈的改建着。

由波浪从海底所帶出的三角洲的冲毀产物和貝壳物質中看出，布梁砂嘴和秀特肯砂嘴是在从前的三角洲的突出部分上形成的。布梁砂嘴的各个發展阶段均刻划在近一百五十年來已經干涸了的海滨平原的現代构造上，其外貌像是砂質土丘狀的風成地形的沙集。它們从西北向东南延伸着，并与現代海岸地帶的台地相毗連。从这些砂質沙集总的方向上以及构成沙集的砂中所含有的丰富的貝壳都可以証明了它們不是別的，而正是古海岸砂堤被后来重新分割的部分。同时，在現在砂嘴堆积物的最南端發現有变化最大的，同时也是最近时期的海岸砂堤。越向北，产生海岸砂堤的原始特点保存得越好。而最后，在最年青的时期里，我們已經能看到砂質海岸砂堤的全部典型特点了。

在秀特肯砂嘴区及其南部也可观察到这种海滨平原的完整結構。(圖 1)

由上述中可看出，沿着所研究的海岸地帶，泥砂迁移的方向是向北的、大量的有方向的泥砂迁移現象叫做“泥砂流”^[3,7]。显然，分布在上述各砂嘴以南之海岸的現代冲毀地段

乃是造成砂嘴泥砂流的来源地。

对苏联海岸所进行的区域性研究表明了,除了单向补给的海岸类型外,还有由于泥砂流相互融合而同时成为泥砂物质来源的砂嘴以及其它类型的泥砂作用也广泛的存在着。为作者所描述过的具加尔湖西岸就是这种“双重砂嘴”¹⁾例子中的一种类型。它是由二个方向不同的砾石堆积成的海岸砂堤的组合所构成,并且与砂嘴的最突出部分相联接。同时,东部的砂堤具有很大的宽度并向海中延伸得很远。由此可知,最初所构成的砂嘴,其原始形态是依靠从东向西移动的泥砂流做为它的单向供给区。这个方向是由方位为东和东北向的,在力量上和往复次数上均占优势的波浪所决定的。随着位

于砂嘴之后及其西边海岸地段上的各种形态的增长,从西南方向传播过来的波浪就开始具有统治的作用。所以,这个地段的海岸在现在也没有遭到主要方向的波浪打击,在这里第二个原始形态的砂嘴开始形成,而它与第一个砂嘴相融合就形成上面所写过的那种砂嘴了。关于上面所写的双重补给的结论已被砾石成分的岩石学分析资料所证实。西部砂嘴中所含有的砾石主要是由组成西部砂嘴的基岩岸中的变质片岩(震旦纪)的碎屑所构成的。而东部分支的海岸砂堤中所含有的砾石成分则由发育在有一不大的河流流入的区域中的变质灰岩(同样是震旦纪的)占优势。

形态学分析法能有助于阐明供给堆积形态以物质的泥砂迁移特点,并找到它们的发源地。对“亚速夫型”砂嘴结构的分析就是这方面的比较复杂的例子。在苏联的文献中,这个名称是指在外形上不对称的那些独特的砂嘴,而它们则与其相邻接的被冲蚀了的海岸地区构成统一的体系。包括在这个体系之内的为:堆积形态→砂嘴→与侵蚀海岸地段的有规律的相互交替。亚速夫型的砂嘴通常发育在带港湾的海岸上,这些港湾差不多都

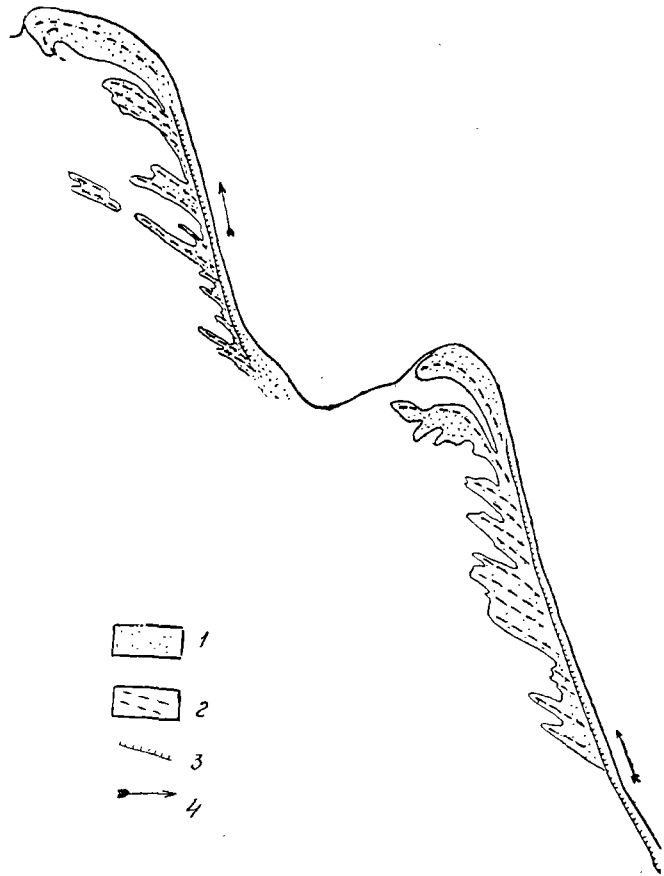


图 1. 布梁砂嘴和秀特肯砂嘴结构图(里海西北岸)

1. 砂; 2. 海岸砂堤的方向; 3. 冲蚀台地;
4. 泥砂流的方向。

1) Двойная коса, 这是根据作者的术语。如按 В. П. 曾科维奇的术语, 则是“双重镰形的沙洲”(Двойный Серповидный Бар)。

是沿着波浪的合力方向而發展着的^[9]。發育在亞速海北岸上的巨大砂嘴就是这种类型中的最典型代表,但是,也常常看到很微小的砂嘴,它們的长度只有几十米,好像是一个点似的,并且这种是早为大家所熟悉的,屢次被描述过的砂嘴的縮小的一种。作者在肯捷尔利砂嘴东岸观察过这样小的砂嘴(里海的南曼哥試拉克岸)。

正如已經指出的;亞速夫型的砂嘴在許多文献中都有所报导^[1,5]。在这里,我們不打算論述亞速夫型海嘴的成因及其發展的全部細节,而仅仅是簡單的叙述一下能表明泥砂縱向迁移的方向及其特点的形态学上的那些基本特点。

亞速夫型的砂嘴成各种各样的变体分布着——从很大一直到很小,并且它們存在于寬长的,有閉塞的或半閉塞的港灣里。这些都表明了泥砂沿着这些港灣迁移的总的状态。

B. П. 曾柯維奇曾發現了这类砂嘴的成因;他提出,在这种条件下,它們是与波列对海岸的作用交角的数值有关^[9]。当海岸的方向与波浪合力的方向差不多是一致的時候,波列对海岸作用的交角将是不大的。同时,如果某一段海岸綫和其一般的方向有了一些偏差时,那么就会形成阻碍泥砂进一步迁移的条件。在这种环境下,波列对海岸的作用角值和能形成泥砂迁移的最合适的角值 ϕ 之間的差額,还要更大些才能造成这样的条件。那时,堆积形态就开始形成和生长。無論是那种砂嘴都将与作用角方向相一致的發展着^[5,9]。

同时,亞速夫型砂嘴的方位是泥砂沿着海岸迁移的总方向的指示物。对亞速夫型砂嘴来說,其迁移总方向的另一些标志是:巨大海岸砂堤的移动;这些海岸砂堤在次要方向的波浪影响下,于砂嘴基部的后面构成之最小砂堤的体系内,組成了砂嘴“海”岸。

这样,如果我們在海岸的任何部分观察到亞速夫型的砂嘴体系,那我們就一定能够对沿着这部分海岸的泥砂迁移特点予以質量上的評价。首先,我們能够說明,泥砂是从何处来的,同时确定它的迁移方向并指明泥砂流的可能来源地。其次,亞速夫型砂嘴的存在証明了波列与海岸間头角的数值是很小的,并且也証明了泥砂迁移的状况是不稳定的。

航空照片的判讀对于根据形态的标志来确定海岸泥砂迁移的特点可以提供許多宝贵的資料。近十年来,在地質学和地理学的研究工作中得到了广泛采用的航空摄影,这是海岸类型形态学分析法中最得力的方法。甚至,在許多情况下,預先閱讀了航空照片,就能在某个具体的

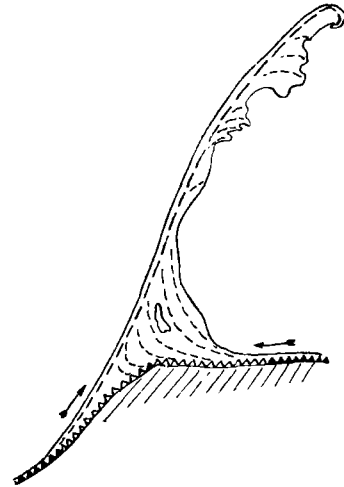


圖 2. 亞速夫型砂嘴結構圖

斷綫表示海岸砂堤的方向;黑色的輪齒表示被冲毀的海岸峭壁;不着色的輪齒表示消失了的海岸峭壁;箭头表示海岸泥砂迁移的方向。

海岸地段上建立泥砂动力状况的特点的工作假說。

圖 3 和圖 4 就是用航空照片所显示的二个堆积形态。它們彼此間無論是在結構上还是在成因上都有很大的差异;在圖 3 的航空照片上,显现出在庫頁島西北岸上一个不大的砂嘴。这个砂嘴按其結構来說可能是屬於上述之亞速夫型一类的。首先,根据砂嘴体的主要方位及其重新被分割的古代砂堤的特点(在照片上划有十字的地方可看到),就能看出;构成砂嘴的泥砂流是从北向南移动的。同时,也可清楚的看出,砂嘴是向着陆地方面

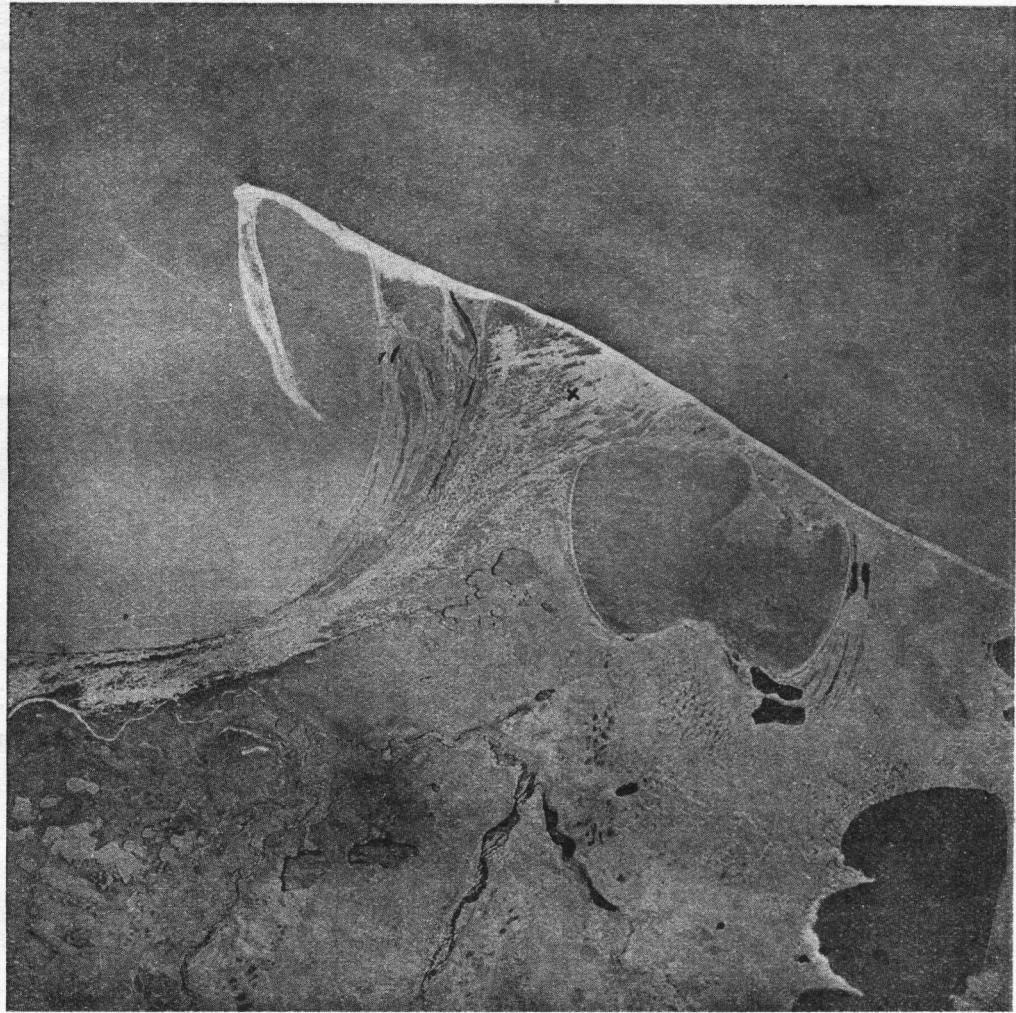


圖 3. 庫頁島西岸上一个砂嘴的航空照片。

移动的。这证明了现代的海岸砂堤在向上述之古代的被重新割切了的砂堤移动。

随着向南移动,位于这一段海岸后边的砂嘴就避免了主要方向的波浪作用(北向或西北向)。在这里,由南風所引起的波浪就占了优势。泥砂开始从南向砂嘴的基部迁移,结果在这里出现了“角状填充”的典型形态,并使砂嘴的基部大大的扩展了。

这个堆积形态尾端方向的变化及其外形的破裂是值得特别注意的。有二种可能来解释这种现象;一种可能是:不久以前砂嘴向南移动的比现在远,然后其中部就被冲毁了,并使它的尾端脱离出来。以后,这个被脱离开了的部分受着由南向北的波浪影响而发生移动。这样,在其被冲毁的同时就又具有了南北的方向。从砂嘴上脱离下来的残余部分又向其相邻接的砂嘴立体移动;这点在照片上可清楚的看到。解决这个问题的另一种可能是,这个宽广的砂嘴,实际是在横向迁移过程中把它看做为砂嘴的沙洲。显然,那种解释最为正确也许只有靠岩石学方法的帮助才能肯定。因为,沙洲的物质成分可能与砂嘴的物质成分有所差异。



圖 4. 切列肯砂嘴北端的航空照片。

在圖 4 的照片上显现出里海东岸許多巨大砂嘴中的一个砂嘴的尾端。在这张圖上，可首先注意到古海岸綫成同心狀分布，以及近岸带的海底上有許多海底砂堤。砂嘴不具有“深水堆积物”，因为在其尾端的前面，伸展着一片广阔的浅海地带。同时，砂嘴的生长并不是依靠泥砂沿着海岸向其尾端作連續的搬运。由此可看出，这种堆积形态的生长，主要是依靠通过海底砂堤从海底向岸边迁移的方式而供給它的泥砂，它們干涸之后就成为砂嘴的尾部。

在大范围的海岸上进行大区域調查时，在沒有得到岩石分析資料之前，就必须根据形态学上的資料来制定关于泥砂迁移的特点，它的来源地以及关于它們沉积中心的一般概念。我們可以在 В. П. 曾柯維奇为了闡明西堪察加海岸發展的某些規律性而写的一篇文章中，找到运用形态学分析法去解释所遇到的問題的例子^[10]。“从哈累烏佐夫 (Хариузов) 海角到奧捷尔河 (Озерная река) 之間的这个簡單而巨大的弧形 (距离总共有六百公里) 以及表面看来变化不大的海，包含了許多特殊的特征。根据这些就能够恢复海岸近期的發展阶段”——В. П. Зенкович^[10]。并且对这个地段上的泥砂迁移的一般动力状况予以解释。研究区的特征是：它的中部刚好与弧的凸出部分相一致，但却看不到有繼續增长的痕迹。相反的，在这里有許多特点，例如：堆积砂洲向浅水海灣 (泻湖) 处的移动，以及在

这些砂州的斜坡上發育着近期的台地, 都有力地証明了在这部分海岸上正进行着緩慢的冲刷。在弧的南端及其北部, 在哈累烏佐夫海角一带, 發現了一些巨大的堆积阶地, 它們是由陆源物質构成的無数个海岸砂堤所組成的。同时, 現在沒有資料可以証明; 在現阶段弧的这些部分有强烈增长的现象。所以, 这点就可說明, 从較稳定的中央地段能够把物質供給南部及北部的堆积形态。岩石分析以及对海岸結構的某些細节所进行的形态观察都証明了, 沿着海岸存在着容积不大然而范围却很广泛的泥砂迁移情况。由此可見; 全部形态分析的資料及必要的岩石学資料都証明了西堪察加的海岸形状是比較稳定的(圖5)。同时, 正像 B. П. 曾柯維奇所提出的, 西堪察加之所以成凸出的弧形以及其海岸形状之所以比較稳定, 是与这个区域中的气候特点相联系的。夏天, 風和風浪在弧的中部以西風为主, 在北部以西北風为主, 而在南部則以西南風为主。这样, 全部海岸就都被侵蚀着, 如果考虑到所有的海岸都是容易被冲毀的松散物質所組成的話, 那么完全沿着相应的波浪的合力方向, 就能使得海岸形状較稳定。而这点好像不要用那个最初的观点来解释。这个結論对于海港建筑具有極大的实际意义; 因为, 用形态分析法来解释泥砂迁移的情况(方向不固定的泥砂迁移), 对护港建筑物的水利工程建设是最为有利的。

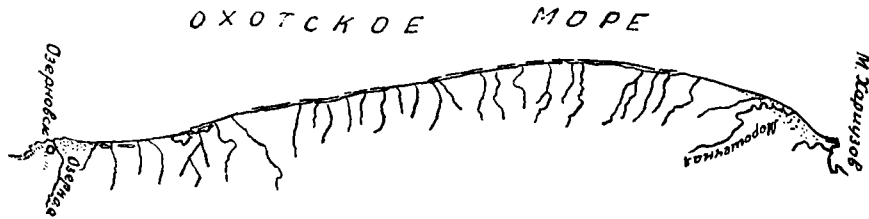


圖5. 从哈累烏佐夫海角到奧捷尔間的堪察加西海岸略圖。

由于各种海岸堆积类型(砂嘴、剪形砂嘴)的成长是和由波列与海岸間夾角的理想值所指的方向相一致的, 因而这一点就可作为泥砂迁移方向的最可靠的形态指示物。許多小的堆积类型的外形也常能很直接的表明出泥砂流是成怎样的方向迁移的。B. И. Буданов 和 A. С. Ионин (1953)曾經在黑海海岸地帶上的一个曾經沉降的砂州对面, 描述过最近才形成的小型陆連島。陆連島的外形很不均匀, 同时, 从陆連島向西有非常窄狹的海滩(圖6)。这明显的表示了泥砂运动方向是从东向西的。海岸泥砂流进入到在沉降了的砂州对面形成的“波浪影”地帶的同时, 也有停滞现象的發生。并且部分物質沉积在这里而构成了陆連島。陆連島形成以后, 在其东边的海滩扩大了, 并同样促进了“凹角填充”的形成^[7]。相反的, 从陆連島向西所流进的泥砂就减少了, 并且造成了窄狹的海滩(局部的冲毀)。

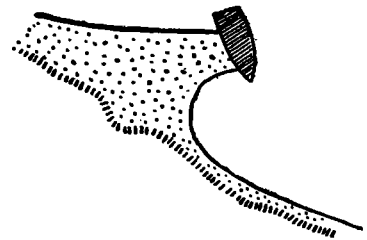


圖6. 彼列依馬(托姆波羅)海岸封閉的結果發生了沉沒的洲堤(根據布丹諾夫和依奧尼1953)。

河口沒有形成常見的三角州而为泥砂流所堵塞, 这是泥砂迁移方向的最可靠标志。同时, 正像 D. Johnson 所早就指出的; 河流的河口地段向着泥砂的搬运方向傾斜^[26]。河口的傾斜与堵塞可达到很大的范围, 这是与輸沙量有关的。这部分河口一方面以其窄窄的冲积(近河口砂州)与大海相隔离, 同时也能沿着海岸的十几公里范围内流动。这种类

型中的突出例子是被别尔别利砂嘴所堵塞了的仙聶卡尔河 (река Сенегал) 的河口 (西非洲), 正像 И. В. 薩莫依洛夫所指出的, 它的形成是由于在这儿的波浪以西北的方向为主而使泥砂向南迁移, 同时也就是在这个方向上与河口相混合^[21]。

在缺乏陆源冲积物或有很少陆源物質的海岸上, 堆积类型几乎完全是为水底成因的物質所构成; 如普通的貝壳和較少的鲷状砂。在这种情况下, 常常会产生这样的印象; 摆在我們面前的堆积类型是由于泥砂横向迁移的結果。这种印象也常常是正确的; 比如, 以細瓦試西卡姆泻湖而与亚速海相分隔的阿拉巴特长堤砂州, 其組成物質主要是貝壳。实际上这种类型的成因常常是用泥砂横向迁移的过程来解释的。显然, 沿着这个砂州的外緣不存在任何泥砂流, 砂州是依靠砂堤的表層持續供給物質的方式而生长的。但常常有这种情形, 尽管有水底来源区以及某个砂州或砂嘴是为来自水底的物質所組成, 然而它們是在泥砂的縱向迁移条件下所形成的。这点說明了在横向运动与縱向运动相互交替的时间里, 这二种类型的运动有可能同时进行。从海底流入到水面縫貝壳和其它水底物質在其横向迁移中, 在这兒就会引起縱向运动, 这样, 它就变成成为海岸泥砂流的物質来源地了。

对这种类型形态結構特点的分析, 有可能确定在其形成过程中縱向迁移的地区。在这方面最突出的例子应当算是位于里海曼格試拉克海岸上的卡拉庫尔 (Кара-куль) 砂州 (圖 7)。整个沙州都是由巨大的海岸砂堤所組成, 而构成这些海岸砂堤的物質有貝壳, 鲷状和半渾圓的小碎石。它們是發育在靠近砂州海底上的巴庫期 (后上新世下部——譯者) 灰岩, ——介壳灰岩的碎屑。砂州的外面是从前泻湖的入口处, 而現在是卡拉庫尔的盐沼澤地。在探索海岸砂堤分布的时候, 就可以發現在砂州的南部砂堤, 一个跟着一个地开始向泻湖的内部傾斜, 同时, 在其尾端的砂州形成鈎状而突出。这种砂堤的分布証明了它們是在縱向迁移的条件下形成的, 和在这里的泥砂是从北向南迁移的。这个結論即使在本区水文动力狀況的資料中, 也可找到証明。这里“海”風的方向是以西北为主, 在当地海岸外形的条件下海風刚好能使波浪向南去搬运泥砂。

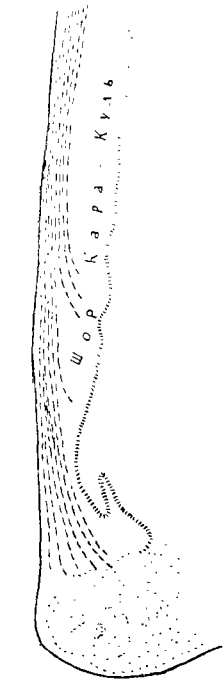


圖 7. 在卡拉庫尔砂州上 (里海东岸) 海岸砂堤的分布。

采用形态学分析法不仅是为了确定迁移方向, 闡明物質来源地和找到波列与海岸的尖角, 而且在个别情况下还可以得到关于泥砂流饱和度及其流量率的概括資料。正像 В. П. Зенкович 所指出的, 泥砂流的饱和度首先可以根据在泥砂縱向迁移带内, 在海滨上或在海底是否有基岩的露头来判断。海底基岩的裸露或者冲积物成断續的斑点状的散布, 这只有在泥砂流不飽和的条件下才有可能。在堆积类型外緣的泥砂流运动过程中或在其途径中之障碍物的外緣, 常常能直接观察到泥砂流的不飽和地段, 比如, 黑海西岸从布依納克海角一直向南的这一段地区里, 从海岸向着海中有不少的岩堤具有尖銳的角度。这种現象的存在是由于此处之由坚硬的灰岩層形成的短背斜折皺被冲蚀所致 (圖 8)。在岩堤之間的小港灣均向南敞开着, 而此处之泥砂运动主要方向是从南向北。对于沿着海

岸向北运动的松散物质来说, 每一个小港湾都是独特的泥砂收容所。泥砂堆积在这个“收容所”里就会造成宽阔的堆积阶地, 然而在布依纳克海角以北的海岸却缺少砂质冲积物并为深2~3米的岩底(基岩上的冲蚀带)所环绕。这样, 在这里, 我们就可以看到泥砂的流量率大大降低了。而这一点可以用形态分析的资料来解释。

在一定的条件下, 根据形态可以定量确定海岸泥砂的流量率。如果有了发展到一定阶段上的任何堆积形态的剖面, 以及达到这个阶段所经过的时间等资料, 那么就具备了这种可能。当组成与上述阶段相当的以及与现代形态相一致的剖面时, 就形成了堆积系的一定截面。如果有了几个详细的剖面, 并根据它们计算出在这段时间内所沉积下来的泥砂层的面积, 然后就可以大致确定沉积物质的总体积而接着就能算出每年组成一定形态结构的物质数量。这个数量的大小提供了关于泥砂的流量率的概念。图9就是用图解方式对上述问题所列举出的一个例子, 它是在里海西北岸上比较小的堆积形态之一。

从图解上判断出在这里的从南向北流动之泥砂搬运量为52000米³/年。

本文中列举的例子及原理, 无可怀疑的并没有把利用形态分析法来研究泥砂迁移规律性的各种各样的例子都包括进去。但, 我们觉得, 这些例子, 对于采用这个方法的可能性, 以及在研究海岸动力学中的重要意义, 会提供出清晰的概念。

主要是从苏联的研究材料中所列举出的这些例子, 说明了以下的情况: 第一, 本文作者对这些例子最熟悉, 而且在这里所描述过的许多堆积类型, 作者都曾单独地或和别人一起考察过它们。第二, 甚至在近年出版的欧洲和美洲的学者们所著之许多文章中多半是记载而不是解释材料。在某些情况下, 当他们企图对堆积形态和泥砂动力状况的形态特点予以动力学解释的时候, 就常常犯下严重的错误, 这个缺点即使在最近才问世的有兴趣而且内容丰富的 K. von Bülov 的文章^[24]中也没有消除。在文章中除了有很宝贵的叙述和观察资料外, 还可遇到许多错误的原理。比如, 这篇论文的作者对于波列和海岸间的夹角数值就抱有不正确的概念; 他错误的提出, 随着这个角度值的减小, 泥砂迁移的速度就会增加。而实际上, 这种情况只有在低于一定的范围之内才是正确的(35°—50°, 根据 B. В. Лонгинов^[17])。在描述许多具体的堆积形态时, K. Bülov 避免分析由松散物质的堆积作用而引起的泥砂流的停滞原因。这种分析的缺乏, 使我们没有可能在这篇文章中来利

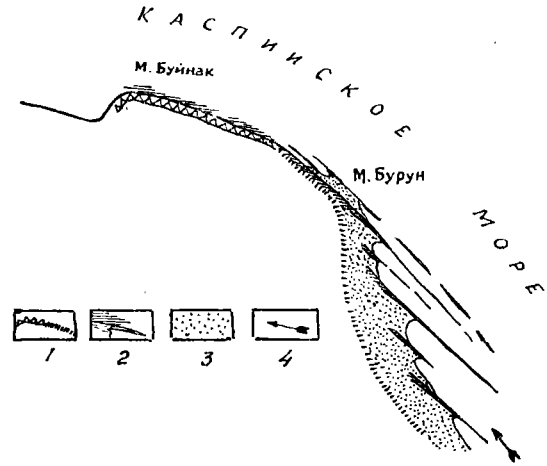


图8. 布依纳克海角前(里海达吉斯坦海岸)泥砂的沉积作用。

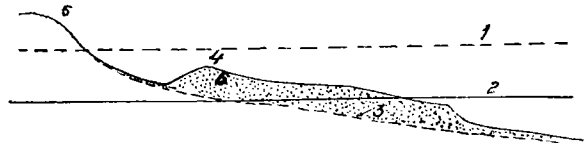


图9. 借助于海岸剖面的重叠, 以图解方式来计算泥砂沉积的体积。

用这位作者的資料。

研究泥砂的物質成分是研究海岸及海底泥砂运动的重要方法。与顆粒大小有关的泥砂的岩石学分析,或是矿物分析,在这二种研究物質成分的情况下都应根据泥砂物質的大小,分成一系列的粒級。这个操作,正像大家所知道的叫做泥砂的机械分析。既然关于机械分析的方法已在許多种岩石手册中有过詳細的叙述,那么我們就沒有必要在这里再来講述这个問題了。同样,也沒有必要在这篇文章里來說明有关砾石的岩石成分或砂的矿物成分的鑒定方法。因为这些方法和在岩石学与矿物学中所經常采用的方法沒有任何区别。但是,应当指出,为了进行对比,我們应当根据任何一个确定的粒級,收集在不同地段上所采到的那些泥砂样品的岩石成分或矿物成分方面的資料。換句話說就是把一些不相关的資料进行实际的对比。因为一定的矿物明显的集中在一个粒級里,而另一种矿物則在别的更粗的或更細的粒級中。正像 В. П. Багурин^[21] 和 Н. М. Страхов^[23] 所指出的;某种类型的矿物發育在那个粒級中,这首先是与这些矿物的物理性質,如像比重,硬度等相联系着的。許多作者都指出:矿物类型的最大变化表現在粗粒砂粒級(0.05—0.1 毫米)中的重矿物部分。因而,在研究組成冲积物的矿物分布規律性时,对于这个粒級中重矿物的研究应給予極大的重視。但是,0.25—0.1毫米的粒級也必須进行研究,尤其当它是冲积物的主要組成部分时。在这个粒級中(細砂)要特別仔細地研究集合体的(多矿物的)碎屑,以及顆粒表面的刻痕(研磨情况,渾圓度,以及表面的溶蝕痕迹等)。

用矿物分析法,在供給区两边的任何地段上研究供給区特征矿物組合的分布,是研究泥砂迁移的基本原則。所說的供給区两边的任何地段是指海岸的侵蝕地段或者是河口部分因为在海岸地带,河流的搬运和侵蝕是陆源物質碎屑进入海中的主要来源。所以,首先应当研究冲积層或者組成侵蝕地段的岩石成分,闡明特征的矿物組合,然后再在离供給区远或近的地段上的海岸冲积物成分中研究这些矿物組合。經驗証明;在采取海岸冲积物的样品时,样品間的距离可在 6—8 公里之間,但必要时,这个間距还可以大大的縮短(1—0.5 公里)。同时,对海滨的泥砂或在同一深度(1 或 2 米)样品中的矿物分布最好也进行研究。从表 1 中可以看出,在深处矿物成分大大的减少了。这是由于不同成分矿物顆粒的水文动力性質不同,而使矿物类型与分选現象相互联系。

在美国和德国的文献中(如 Colony^[25]; Simon^[27])也可找到研究海岸冲积物矿物成分的

表 1 里海某一海岸地区不同深度中重矿物含量的百分比
(据 E. H. Невесский^[20])

剖面号	深度 (米)	比重为 2.75 的重矿物含 量(%)	剖面号	深度 (米)	比重为 2.75 的重矿物含 量(%)
III	1	31.19	XXIX	1	7.18
	2	4.50		4	4.40
	7	1.05		7	0.78
	10	0.51		10	0.92
	15	0.40			

例子。但在这些著作中,对于粒度成分和矿物成分的变化通常都是給予極大的重視,而缺少与海岸波浪动态及海岸地貌特点的联系。至于海岸發展的历史和近岸沉积物的动力状态,在这些作者的著作中更缺少全面的闡述^[20]。

E. H. Невесский 完全用另一种方式来提出問題^[20]。他的工作是全面研究冲积物的矿物成分和矿物学法及形态学法相結合的范例。他曾研究了薩母尔,烏魯卡依,苏拉克,捷列克等河的冲积物成分。这些河流是在里海西部的契勒半島和刻勒津砂嘴之間流入海中的。然后又研究了被这些河流所携

带的矿物沿着海岸分布的方式,同时,指明了在薩母尔的冲积物中,以含有綠帘石-輝石并混有黃鉄矿的矿物組合,以及含有噴出岩的碎屑为其特征。而在輕矿物中則以长石的含量为最高,向东南直到刻勒津砂嘴处都很好的进行了对这些矿物組合的研究。但对此薩母尔却没有进行过研究。在烏魯卡依的冲积物中含有大量的海綠石和云母,以及粘板岩的碎屑。其中也可找到角閃石和重晶石,从烏魯卡依河的河口向北,对这一段海岸冲积物中的矿物組合也进行了詳細的研究。

苏拉克河輸入物質的特点是含有大量灰黑色粘板岩的多矿物碎屑,它們是从苏拉克河口向北,特别是在阿格尔汉斯基半島东岸一带冲积物的主要构成部分。从这个半島的北端向“苏拉克”大陆間冲积物中的矿物組合是形形色色的;各种角閃石,輝石,綠帘石,石榴子石,黝帘石等等。正像已經闡述过的;这些矿物表征着捷列克河冲积物的成分(Е.Н.Невесский; 1956)。以后,各种各样的“捷列克”矿物組合曾为 Т. А. 道布林那所研究,以及本文作者也曾繼續沿着捷列克河三角洲海岸向北进行过工作。同时指明了,在这段海岸中的大部分地区,其冲积物的主要来源地并不是捷列克河現代輸入物。而且三角洲冲积部分的产物,以其那些被称为隱定矿物的含量的增长(鋯英石,电气石,石榴子石和綠帘石)普通角閃石百分比的降低以及在風化条件下的迅速破坏等特点显著的区别于現代的捷列克冲积物。以后,我們的研究表明了,在刻支勒尔海灣近岸冲积物中的北布梁砂嘴里出現了許多,但不是捷列克冲积物所具有的新矿物,如兰晶石,十字石,矽綫石等。据 В. П. Батулин 的資料,这些矿物是伏尔加河的代表矿物^[2],因而,刻支勒尔海灣的海岸冲积物是由伏尔加河形成的。可能他們是殘积物形成。这些殘积物是当里海的水平面很低,伏尔加河在近乎刻支勒尔海灣处流入海中的时候所殘留下来的。同样也有可能,伏尔加河的物质依靠着径流而进入刻支勒尔海灣。每年的夏季,在这里的径流和沿岸極为靠近。(И.В. 薩莫依洛夫, 1952)。

这样,在里海的西岸就存在着为数不少的具有不同供給区和不同方向的泥砂流(圖10)以及存在着一些各种成因的物質相混合的地段。而且这与矿物分析資料和海岸带地貌結構的資料完全附合。同时,对里海大部分海岸冲积物

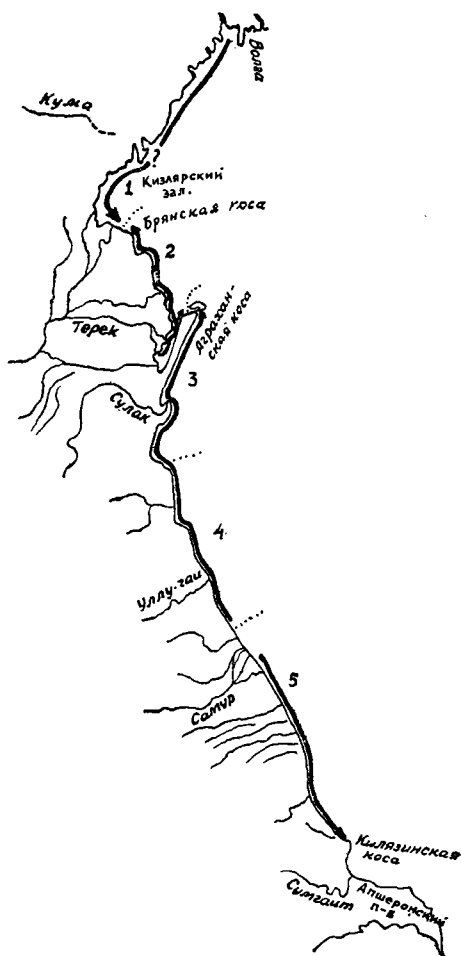


圖 10 里海西部的泥砂流和陆源矿物区。(据 Невесский, 1954; 作者加以补充) 陆源矿物区: 1. 伏尔加(Волжская), 2. 捷列克(Терская), 3. 苏拉克(Сулакская), 4. 达吉斯坦(Дачестанская), 5. 薩母尔(Самурская)。箭头表示泥砂流。

的动力状态给予了完整的反映。

Е. Н. Невесский 在黑海的哈斯特 (Хост) 河和新阿奉 (Новый Афон) 之間地区也进行了砂的矿物研究。分布在姆賦姆特, 普砂烏和布賦貝等河的前河口的矿物組合是非常特殊的。研究工作表明了, 在姆賦姆特河河口附近的海岸砂質冲积物的成分中, 普通角閃石、各种各样的多矿物碎屑和粘板岩的碎屑劇烈的增加着。以后, 对这組矿物組合也曾在东南部直到普砂烏河河口进行过探索。然而这一带的冲积物中富含能表征这条河流的砂質冲积物的碳酸盐顆粒和它的矿石顆粒。布賦貝河所輸出的物質使得海岸冲积物的矿物成分中富含綠泥石, 角閃石, 輝石和粘板岩。而且除了在东南向探索过这組矿物組合外, 在西北部也發現有它的散布, 这表明了布賦貝河的物質在向这个方向瀾漫。在其瀾漫的地区内使冲积物同样富含綠帘石, 十字石和普通角閃石, 而它們則表征着布賦貝河河口突出部分的古老冲积物的矿物組合。無論是矿物的瀾漫还是布賦貝古老冲积物中特殊矿物的直接加入, 这都是与上述之河口突出部分二側的冲毀有关, 而它則取决于形态的因素和水动力状态的特点。以砂組成的布賦貝矿物組合向东南一直延續到巴克兰諾夫克河河口。在那里, 透輝石的含量則有劇烈的增加^[20]。

当把上述之資料和里海西部海岸冲积物所进行之矿物研究結果相对比的时候, 最惹人注目的是: 在黑海海岸上那些被称为陆源矿物組合的, 也就是說那些具有不同供給区和具有不同特征的矿物組合地段的划分要来得詳細。这个較大的差异首先說明了供給区 (入海的河流) 的数目是很多的, 同时也明显地表明了在这里的砂質冲积物沒有严格的沿着海岸而是和它成某个角度在移动着。并且这些砂質冲积物流暢而迅速的向着海岸带以外更深的地方流去。这一点的形成可能是由于黑海高加索海岸具有很陡的水底斜坡之故。而且泥砂在海岸带以外流动会妨碍着各种成因物質的相互混合, 以及使海岸冲积物的成分不能發生經常的变化。

根据在高加索海岸所进行过的工作以及根据用砾石的岩石分析法来研究泥砂流等为基础, 研究者们曾沿着高加索的黑海海岸从普謝米阿普謝河河口到印古尔河河口間确定了有三个砾石的冲积物流, 其中之一是起源于普謝米阿普謝河河口区延續到比冲德海角。第二个是从白河 (Белая река) 河口起到苏互姆斯基海角。第三个是从苏互姆斯基海角頂端起延續到印古尔河河口, 而且还圍繞着卡道尔三角州。很明显, 第一个泥砂流只是在深度为 1.5—2 米的狭窄海滨地带近于饱和状态下流动着。冲积物的成分以砾石占优势, 主要是結晶岩, 有时含有一些侵蚀的产物, 它們是容易被破碎的复理式岩的碎屑。但其含量不超过全部物質的 10—20%^[21] 在水力工程建筑物的前面, 根据海岸的增长速度, 曾成功的計算过泥砂的流量率; 在卡各尔区平均每年为: 15000—20000 立方米, 而砂勤斯基区每年为 25000—32000 立方米。

采取砾石样品的基本原则仍然是和采取砂样时一样。Ю. С. Кашин 曾叙述过采取砾石样品的技术問題^[21]。应在一定的面积上采取砾石的平均样品, 为此要在海滨表面的采样地点放上一个四方的金屬框子, 每边长平均为 50 厘米。然后用粉笔在表層划上記号并且采取用做岩石分析的样品。虽然, 在野外常常不能正确的确定岩石成分, 但在采样时应建立所采岩石种类的假定分类, 然后在实验室内再对这个假定分类进行岩石成分的鑒定。砾石样品分析工作的經驗表明了, 在多数情况下岩石成分各不相同的砾石在数量上

計算(一个个的),几乎能得到相同的結果,而对每个砾石进行最简单的重量計算也有很大的优越性。为了取得最客观的結果,就应取足够体积的砾石来分析,同时,在样品中不仅要有表層砾石,而且也要有从表層到某深度間的砾石。

在研究泥砂成分的总体工作中,同样有必要提起关于机械分析的地位及其意义。在海洋地質学的实际工作中,海底沉积物的机械分析有着重要的作用,它是形成沉积物水文动力条件的标志。而且,研究者们对于机械成分的研究常給予極大的注意^[12]。但是,在許多研究海岸带特点的著作中,机械分析只是起輔助作用,是为了矿物分析而必需做的样品处理。我們(作者, T. A. 达布累宁娜, M. E. 巴赫津娜)曾說明过:对近岸泥砂机械成分的研究,即使不考虑矿物分析,而仅就其本身就能得出很有意义的成果。这些成果对于闡述海岸带泥砂迁移的动力状况可做出重要的結論。

在里海西北岸,对从阿格拉汉斯基海嘴到刻支勒尔海灣区域内的冲积物曾进行过机械成分的分析工作。按着通用的十进位的分类法,分出了机械成分的粒級。粒度大于0.1毫米的,用篩析法,而小于0.1毫米的用吸管法。根据机械分析的資料曾繪制了累积曲綫,根据这个曲綫就能得到冲积物的平均直径(Md)和选分系数(S₀)。H. M. Страхов曾建議,根据平均直径的大小进行冲积物的分类^[22]。但是,为了更詳細的表示細砂的机械成分,我們曾在内部对这个粒度分成二种类型;“細砂”——0.25—0.15毫米,“微細砂”——0.1—0.15毫米。(見表2)

在解释所得到之机械分析的資料时,除了考虑到每个样品的分选系数,曲綫分布的特点,平均直径大小等因素之外,我們也繪制了平均直径在剖面上的变化圖解,同时也探討了这个圖解随着离海岸之距离不同所發生的变化。考虑到所有这些特点,在所研究的海岸地区里,我們就能划分出数个水底斜坡,而其上之冲积物的分布及类型彼此間是各不相同的。

首先划分出来的是阿哥拉汉半島东岸和契勒半島西北岸的海区。在这个区域中,冲积物的特征是:从海岸向深处平均直径的数值在有規律的减少(見圖13;1)在圖上表示出了平均直径的数值沿着剖面的变化特点。

这个区域的冲积物所具有之良好分选性及平均直径有規律的减少說明了;在这里,促使泥砂迁移及分选的主要因素是海浪。水底斜坡的相对深度,对于这个促使泥砂运动的因素創造了前提。

另一个地区包括了这些地方:从契勒半島的东部和东南部到阿哥拉汉半島,以及从坎海港的西部和西南部起到捷列克三角洲的捷列克海嘴止。在这里,值得注意的是冲积物有着極坏的分选以及由此相关的是一—累积曲綫的拖长。同时也看不到平均直径随深度有任何規律的变化。根据这个区域中之已分析过的冲积物样品的資料,制成了圖解之后(圖11)我們就可看出;这个圖解是双峰的,(即不是一个,而是二个粒級有最大值)。大家都知道;圖解呈現出双峰,是冲积物成分与水文动力条件沒有完全相适应之勿用置疑的証

表2 里海西北岸,冲积物机械成分按平均直径大小的分类。

冲积物的机械成分类型	平均直径的大小(毫米)
1. 粗砂	1—0.50
2. 中砂	0.50—0.25
3. 細砂	0.25—0.15
4. 微細砂	0.15—0.10
5. 粗粒砂	0.10—0.05
6. 細粒砂	0.05—0.01
7. 軟泥	0.01

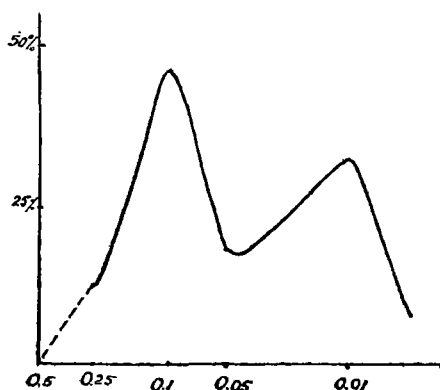


圖 11. 里海西北岸阿哥拉汉区冲积物之代表性的粒級分布曲綫。

明^[12]。分选不好的冲积物所表现出的分选系数 S_0 是很大的, 这时, 单个样品的 S_0 数值就可达到 10 甚至 14。

这个地区冲积物机械成分的特点, 显然证明了水文动力状况的复杂性, 以及构成冲积物成分成因的多样性。实际上, 上述之各区域都存在着很独特的水文条件。这个区域避免了由东风和东南风而引起之最强的并且频繁的波浪袭击。但是, 西北向的风却在大部分地区中引起了涨潮和波浪。以后, 在这个区域之内发现了阿哥拉汉群岛的海湾, 在其中, 由于东南风而引起涨潮流以及在洽坎海湾湾内也发现有很强的径流。这个径

流是由阿哥拉汉海湾的海水面相对于里海海平面有所增长而形成的。

上面指出的水文动力条件决定了各种各样成分的和不同成因的泥砂物质流入到这个海区里来。从阿哥拉汉来的径流携带了捷列克冲积物中之微细的粒级。起源于苏拉克的物质随着在阿哥拉汉群岛海湾所发生的涨潮流而流入到此地, 其余的则沿着海岸, 从苏拉克河口向阿哥拉汉海嘴的北端迁移着。由西北风所引起的波浪使底部的物质从北部的浅水区向上述区域内迁移。此外, 应当考虑到大量的被吹动着的砂在围绕这个海区的海岸上散布的时候, 就可以推想风成物质当有着不算小的地位。大家知道在里海的西北部, 甚至在离海岸几十米远的深度有 6—7 米的地方, 也可清楚地看到风成的颗粒。这点根据颗粒表面磨痕的特点便可确定下来。它的含量为 1% 左右^[13]。但, 接近海岸, 它的含量显著增多。根据我们的确定; 阿哥拉汉湾海岸西岸上风成之契勤岩体的砂以及捷列克近岸

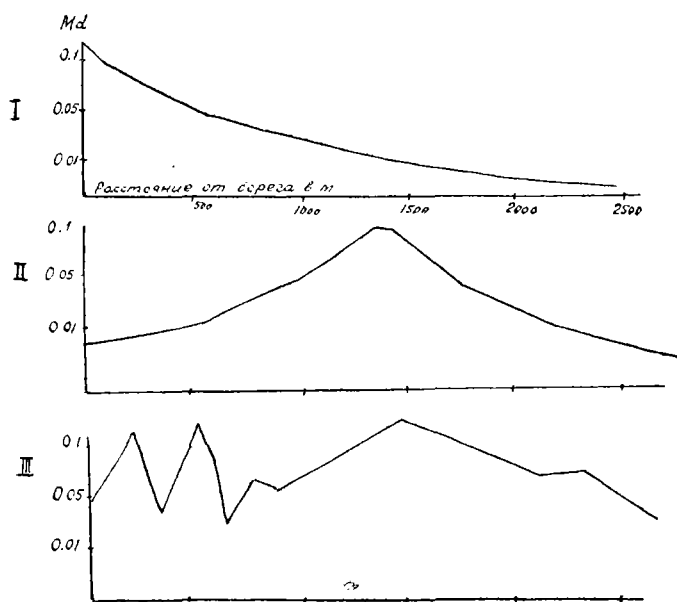


圖 12. 在里海西岸的不同地区中海底典型剖面的平均直径大小变化图。

上的风成砂丘的平均直径, 平均为 0.10—0.20 毫米。这个粒度在图解上所形成的一个尖峰, 对上述区域的水底冲积物是有代表意义的。

(圖 13)

第三个水底斜坡区包括了从捷列克海嘴以南的海区一直到修特肯海嘴。在这里大部分海底上之冲积物的平均直径的数值是不大的 (不超过细粉砂的粒度)。以后又发现了很粗和很细的冲积物有局部的相互交替现象 (圖 13, III)。在这个海底地带, 发育着海底砂堤, 同时

平均直径的增大(可达 0.20 毫米)是和砂堤波脊的增大相适应的。从深度大于 2.5 米的地方起就已经没有砂堤存在了,而且平均直径也在逐渐的减少。上边指出之冲积物特点可从图 13 上看到。在这上,同样可看到舌状淤泥从老捷列克河口向北延伸。这条支流还是在上个世纪就曾是捷列克河的一个主要水道,而现今则变得航运量很小,而且它所能搬运的物质也都是很细的。紧靠着从河口向北间的海岸附近分布着淤泥质沉积。这就证明了,沿岸的冲积物是向北迁移的,而这个方向是为从东边传播过来的波浪所决定的。

本区冲积物之分选程度并不好(S_0 的变动范围为 2—3)显然这是说明了冲积物离其主要来源地是很近的——劳普阿夫克和老巴赫捷米尔一带之冲蚀海岸区。还有很小一部分是风成物质和老捷列克冲积物流入的。但是,开阔的海岸及其相对深度之差异又是使波浪具有良好分选活动的有利条件。由此,这里的分选程度毕竟比以前所举之地区要好一些。

最后的水底斜坡是在从修特肯海嘴到布朗海嘴之范围内。本区冲积物的最大特点是:由海岸向深处(1.5—2 米)平均直径的数值表现出有规律的增大。然后它又表现出有规律的减少(图 13; 2)。表示冲积物分布的这种剖面图解的特点证明了,这个地区冲积物之纵向迁移中,碎浪带以内由涨潮风所引起的沿岸流起着重要的作用,这个流是由于在岸边水面升高而引起之水体补偿流动。在一般的浅海里,不能不说这类海流对底部冲积物会给予重大的影响。从这类海流作用带里所搬运出来之最细的粒级、一方面提高了分选度,另一方面也排除了粗的物质。在靠近海岸线一带,波浪作用大大的减弱,因为波浪的大部分能已经在其通过广阔的浅海区时消耗殆尽了。所以在里海只有以细粉砂和粗粉砂为主的细粒物质沉积下来。细粒物质分布的另一个地带是在远离海岸的深处补偿流的作用带,并且这也是为在海底上微弱的波浪作用所决定的。

在上述海岸区的动力状况下,涨水的巨大作用使我们合理推测:如果没有海底砂堤的影响,那么,在那里公布着的冲积物类型将和新契勒-布梁海嘴区的一样。我们有意地把上述各个例子说的这样详细,是希望说明:机械分析对于判断冲积物的动力状况会提供

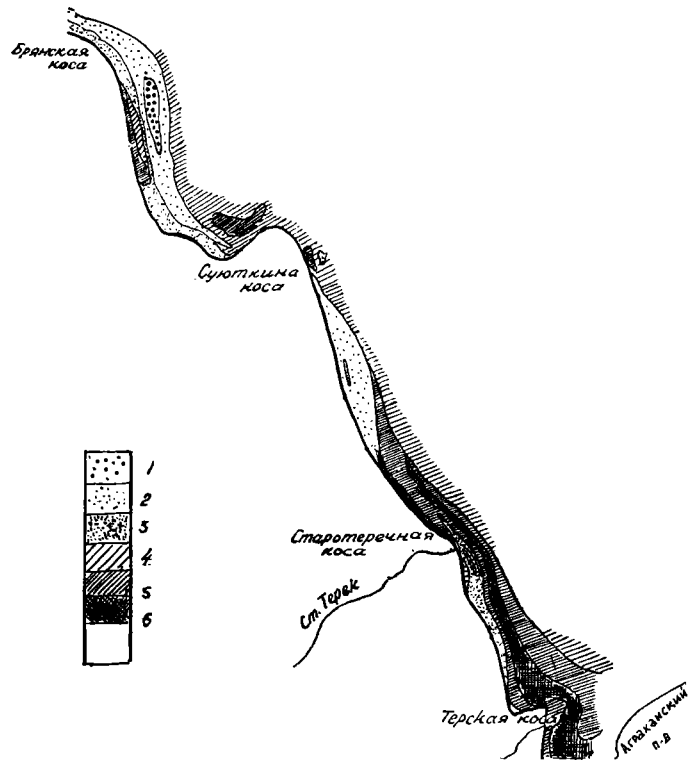


图 13. 里海西北岸海岸带泥砂的机械成分类型略图。
(按平均直径的大小而划分的类型)

些什么可能,如果机械分析的解释是建立在近岸带的自然地理特点和最重要的理论规律性的基础上的话。对这些例子的详细叙述也同样是因在许多著作中(着重见 E. H. Невеский)^[20],都曾写过矿物分析的特点及其运用对于研究海岸冲积物动力状况的意义。而对应用机械分析的方法和可能在科学文献中还没有得到应有的阐述。

我们感到,尽管这篇文章的篇幅较多,但是对在海岸地貌学中运用形态学及岩石学分析法的各种不同的情况仍没能进行全面的阐述。不过,这样全面的阐述也是不必要的。我们觉得,在这篇文章中所列举的例子和研究方法,无论是对形态分析法和岩石分析法的特点及其本质,以及运用它们的可能性都提供了足够完整的概念。毫无疑问,把二种方法综合起来使用时才能得到最完整和最客观的结果。因为,由其中任何一个方法所得到的资料只能做为用另一个方法所得资料的必需的证明和补充。

与上述各问题有联系的是新式取样管的运用——振动活塞式取样管具有着重要的意义。它是由苏联科学院海洋研究所海洋技术研究室设计制造的。由于有了这个工具,海岸研究者们不仅有可能对表层的冲积物进行矿物研究,而且也有可能对堆积成为冲积物

的各种堆积类型的内部构造进行研究。在用振动活塞式取样管采取研究样品时,研究者可根据某海岸地区由区域研究所得的一些形态上的标志以及一般的规律来进行工作。

库库诺夫式和西沙也夫式振动活塞取样管的组成有:支架,二个导向钻焊和振动器,振动器是靠专门的传通管架在长为3—4米的柱状管上。振动器的能量是由 ЖЭС-4 型流动发电站供给的。工作时,将机构从船舷降到底底。(图 14)开动振动器,在其振动的作用下,柱状管以很高的速度向底质中钻进。三米长的管即使在致密的底质中,在1—1.5分钟内就可全部钻入。钻进以后,将器具提起到船舷上,再用水力推出器从管中把样品取出来。这个管的作用及推出器的特点在于使柱状管中冲积物的层理不受到破坏。振动活塞式取样管的最大的优点是它还可以在陆地上使用,就是说在研究海岸冲积物的剖面变化时应用。在这种情况下,需要把支架从管上取下来,而管的升降是依靠轻便三角架来进行的(图 15)。1955年 E. H. Невеский 为了研究海岸的需要而首次采用了振动活塞式取样管,使用这种器具进行工作的第一年就表明了使用它的巨大可能性并且会得到许多宝贵的资料。这些资料对许多海岸类型的发展以及关于形成冲积物的动力状况变化特点等方面可以做出一些有意义的结论来。这

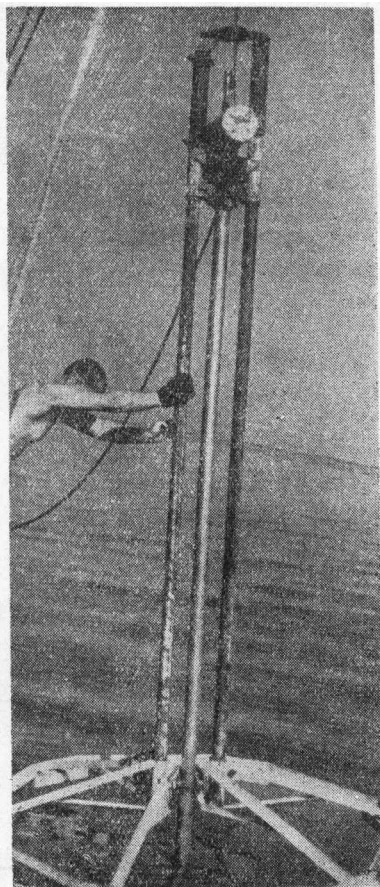


图 14. 振动活塞式取样管从船舷上下降之情形。

些工作的某些成果已在 E. H. Невеский (1947) 的文章中做了很简明的报导^[20]。由这种管所采到的柱状样品能表明;比如在黑海海岸上许多闭塞的堆积类型都近于泻湖沉积,但

是根据一定剖面上所采到的一些柱状样品资料所編制成的地質剖面上却表明了, 这是沙洲移动的几个阶段。根据 E. H. Невесский 提出之淤泥沉积平均速度的概念, 曾計算过沙洲的移动速度, 平均每年为 25—27 毫米。同样也成功的确定了某些残积堆积类型的成因, 解释了海岸發展的主要阶段, 証实了过去所提出的关于巴卡累浅滩(在黑海卡尔金尼特灣)成因的假說, 也証明了它的發展与巴卡累海嘴的动力状况之間的联系。凡此种种, 只是由于分析了用振动活塞式所采取样品的岩石成分才有可能做到。

在結束这篇叙述用形态分析法和岩石分析法来研究海岸带泥砂动力状况的短文时, 必須再一次提出, 在一篇文章里, 自然, 不可能把为了这个研究目的而运用的这两种方法中的全部方法都包括进去。但是, 正像我們所感到的那样, 根据我們在这里所列举出的例子, 对于在海岸带动力状况的研究里, 特别是海中泥砂动力状况的研究中运用形态法和岩石法的重大作用是可以得出結論来的。在进行大区域的海岸研究时二种方法的同时采用是特別重要的; 同时不能不強調指出, 如果这种类型的研究能和这个区域中深处物質的水文动力状况結合起来(波浪, 近岸流, 海平面变化)并且利用对海岸带碎屑物質运动过程直接研究所获得的具体資料, 那么将会得到極其丰富的結果。

(秦藟珊譯)



圖 15. 在陆地上工作的振动活塞式取样管。

参 考 文 献

- [1] Аксенов А. А., 1955. Морфология и динамика северного берега Азовского моря. *Труды Океаногр. Ин-та, Вып. 29.*
- [2] Батулин В. П., 1947. Петрографический анализ геологического прошлого по терригенным компонентам. АН СССР.
- [3] Божич П. К., 1930. О движении морских наносов. Транспечать.
- [4] Божич П. К. и Н. Н. Джунковский, Морское волнение и его действие на сооружение 1939. и берега.
- [5] Буданов В. И., 1956. Об образовании и развитии кос "азовского" типа. *Труды океанографической комиссии, т. 1.*
- [6] Буданов В. И. и С. С. Ионин, 1953. Аккумулятивные формы и динамика берегов. *Природа № 5.*
- [7] Зенкович В. П., 1946. Динамика и морфология морских берегов. Изд. Морской транспорт.
- [8] Зенкович В. П., 1948. Потоки береговых наносов Кавказского побережья Черного моря. *Доклады АН СССР, Т. 60, № 2.*
- [9] Зенкович В. П., 1952. Эволюция акваторий лагун. *Изв. Всес. Геогр. общ. № 5.*
- [10] Зенкович В. П., 1956. Некоторые закономерности развития берега Западной Камчатки. *Тр. Океаногр. Комиссии, т. 1.*
- [11] Кашин Ю. С., 1952. О методике исследования берегового потока галечных наносов. *Изв. Всес. Геогр. общ., Т. 84.*
- [12] Кленова М. В., 1948. Геология моря. Учпедгиз.
- [13] Кленова М. В. и Л. Л., Осадки северной части Каспийского моря. Труды Ястребова, 1956. Азерб. нефтяной экспедиции СОПС. Современные осадки Каспийского моря.

- [14] Леонтьев О. К., 1954. Морфологический анализ, как один из методов геоморфологии морских берегов. *Вестник Московск Университета*, № 4.
- [15] Леонтьев О. К., 1954. Геоморфология морских берегов и дна. *Изд. Моск. Университета*.
- [16] Леонтьев О. К., 1956. Берега с ветровой осушкой как особый генетический тип берега. *Изв. Акад. Наук СССР, сер. геогр.*, № 5.
- [17] Лонгинов В. В., 1948. О зависимости направления волны, соответствующего наибольшей скорости перемещения наносов вдоль берега, от уклона дна. *Изв. АН СССР, сер. геофиз. и геогр.* № 4.
- [18] Лонгинов В. В., 1956. Задачи изучения динамики морских берегов. *Тр. Ин-та географии АН СССР*, т. 48.
- [19] Навесский Е. Н., 1954. Опыт исследования потоков песчаных наносов минералогическим методом. *Тр. Ин-та океанологии т. X*.
- [20] Навесский Е. Н., 1956. Литологическое изучение прибрежных осадков при помощи вибропоршневой трубки. *Тр. Ин-та океанологии, т. XXVIII*.
- [21] Самайлов И. В., 1952. Устья рек. Географиз.
- [22] Страхов Н. М., 1953. К вопросу о классификации осадков современных морей и озер малой минерализации *Изв. АН СССР, сер. геол.*, № 3.
- [23] Страхов Н. М. и др., 1954. Образование осадков в современных водоемах. АН СССР.
- [24] Bülow von, K., 1954. Allgemeine Küstendynamik und Küstenschutz an der Südlichen Ostsee zwischen Jzawe und Swine. *Beiheft zur Zeitsch. Geol.*, 10.
- [25] Colony R., 1932. Source of the sands of the south shose of Long Island and the coast of New Jersey. *Jour. Sedim. Petlog.*, v. 2, N 3.
- [26] Johnson D, 1919. Shore processes and shoreline development. New York.
- [27] Simon W., 1935. Ueber die in Sedimenten erhaltene Petrographische Abbildung dynamischer Vorgänge. *Zeitscher. d. Deutsch. Geol. Geselsch*; 87, H. 4.

本文作者簡介

列昂捷夫博士(Док. О. К. Леонтьев)是地理学博士、苏联科学院海洋研究所高级研究员并在莫斯科大学地理学系任教。列昂捷夫博士在1955年所著的“海岸和海底地貌学”一书,全面地阐明了海岸动力形态学和海底地貌学的理论与工作方法;这是世界海洋地貌学的出色著作。

列昂捷夫博士为本刊特写的论文着重地介绍了应用岩石学和形态学方法进行对海岸泥沙移动的研究。根据形态分析法,能够得出海岸堆积地形的发育和泥沙的移动的规律。但是,如果能够结合岩石分析法(机械分析和矿物分析)就能够更准确地可靠地证实由形态分析法所得出的结论。特别是在进行泥沙的矿物分析时,还可以很正确地解决物质的来源问题,这对海港淤积问题的解决是有着重要作用的。列博士在本文中还详细地介绍了苏联学者新近创造的一种振动活塞取样管;这个工具的创造使海岸地貌学工作者不仅对海岸表层而且对已往形成堆积的各种地貌要素的内部构造,都有可能进行研究。(编者)