

中國科學院海洋生物研究所叢刊

第 1 卷 第 2 期

黃海潮間帶生態學研究

E. Ф. 古麗亞諾娃 等

科學出版社

中國科學院海洋生物研究所叢刊

第 1 卷 第 2 期

黃海潮間帶生態學研究

E. Ф. 古麗亞諾娃 劉 瑞 玉

O. A. 斯卡拉脫 П. B. 烏沙科夫

吳 寶 鈴 齊 鍾 彥

(中國科學院海洋生物研究所; 蘇聯科學院動物研究所)

科 學 出 版 社

1 9 5 8

內 容 提 要

本期叢刊是由中俄文同時發表的。文章主要內容是黃海潮間帶調查工作的初步報告。文中根據瓦揚 (Vaillant) 潮間帶分區的原則和蘇聯同志們多年積累的豐富經驗,按潮汐水位漲落的規律,闡明了黃海沿岸兩個有代表性的地點——青島和烟台地區——各類無脊椎動物在潮間帶垂直分佈的規律性,並對經濟種類的生物量作了統計和分析。根據這些資料分析的結果,強調的指出某些經濟種類應該加以繁殖保護或人工養殖的必要性。

中國科學院海洋生物研究所叢刊 第 1 卷 第 2 期 黃海潮間帶生態學研究

者 著 E.Φ.古麗亞諾娃 劉 瑞 玉
O.A.斯卡拉脫 II.B.烏沙科夫
吳 寶 鈴 齊 鍾 彥
出版者 科 學 出 版 社
北京朝陽門大街 117 號
北京市書刊出版業營業許可證出字第 061 號
印刷者 科學出版社上海印刷廠
總經售 新 華 書 店

1958 年 10 月第 一 版 書號: 1435
1958 年 10 月第一次印刷 字數: 59,000
(滬) 道 1—500 開本: 787×1092 1/16
報 1—884 印張: 2 3/4

定價: (10) 道林本 0.60 元
報紙本 0.45 元

**A Short Report on the Intertidal Zone of the Shantung
Peninsula (Yellow Sea)**

**E. F. Gurjanova, J. Y. Liu, A. O. Scarlato,
P. W. Uschakov, Wu Bao-ling and Tsi Chung-yen**

**(Institute of Marine Biology of the Academia Sinica and Zoological
Institute of the Academy of Science of the USSR)**

黃海潮間帶生態學研究*

E. Ф. 古麗亞諾娃 劉 瑞 玉
O. A. 斯卡拉脫 П. B. 烏沙科夫
吳寶鈴 · 齊鍾彥

(中國科學院海洋生物研究所; 蘇聯科學院動物研究所)

由蘇聯科學院動物研究所海洋生物學家 E. Ф. 古麗亞諾娃, П. B. 烏沙科夫, O. A. 斯卡拉脫, 原生動物學家 A. A. 斯特列爾科夫和寄生蟲學家 B. E. 貝霍夫斯基, Л. Ф. 那吉賓娜組成的考察隊於 1957 年 5 月到中國青島與中國科學院海洋生物研究所的科學工作者共同進行黃海動物區系的調查工作。考察隊的主要任務是對黃海潮間帶進行比較性的研究, 此外還為蘇聯科學院動物研究所採集海洋無脊椎動物標本, 以及一般地了解太平洋區亞熱帶海洋動物區系。

蘇聯於 1925 年在已故 K. M. 捷留金教授的領導下開始進行太平洋亞洲沿岸各海動物區系的調查工作, 以後由他的學生 E. Ф. 古麗亞諾娃, П. B. 烏沙科夫繼續在上述地區進行工作, 工作地點包括白令海、鄂霍次克海、日本海、科門多羣島、千島羣島和南庫頁島沿岸。工作內容主要是生態學性質的調查, 同時也特別注意各動物種類和生物羣落的垂直分佈的研究。根據遠東海各地區不同的潮汐類型、種類組成的變化以及由於受周圍環境改變的影響而形成的潮間帶動植物區域分佈情況, 找出垂直分佈的規律性。同時也發現了有意義的地理分佈方面的規律性; 另外還着手進行太平洋北部地區潮間帶動物地理分區工作。但是許多有關生態學的問題, 特別是有關遠東潮間帶動物地理以及沿岸海洋生物地理分佈規律性等問題要求蘇聯海洋生物學家不僅要對蘇聯海某些沿岸地區進行補充調查, 同時也要求繼續向南部地區對中國黃海、東海及南海進行調查。過去的調查顯示出遠東海沿岸溫水動物區系成分同日本海及中國各海動物區系有密切聯系。太平洋西北部各流域的河口地區的動植物區系有兩個來源: 它們不僅來自西伯利亞海, 也來自中國海的半鹽區。多庫恰耶夫-貝爾格(Докучаев-Берг)地理分區法則很明顯地表現在潮間帶生活的動植物中; 為了解決這個問題, 就必須對亞熱帶和熱帶潮間帶進行研究。從這次調查工作證明, 只有在調查中國海動物區系之後才能更全面地闡明蘇聯遠東各海現代動物區系的起源和形成歷史。因此, 蘇聯遠東海的動物區系、生態學、生物地理學和動物地理學等一系列重要問題都要求中蘇兩國海洋生物學家共同合作進行調查。

在中國, 海洋無脊椎動物區系的調查是在二十世紀卅年代才開始的。中國動物學家在黃海、東海和南海完成了許多海洋無脊椎動物分類和區系工作, 尤其是以張璽教授領導的考察團在這方面做的工作較多。他們在 1935 年開始山東半島(青島和烟台)潮間帶無脊椎動物區系的詳細調查, 然後又在膠州灣潮下帶進行了許多工作, 這項工作一直延續到 1937 年, 抗日戰爭爆發後工作不得已而停頓了。直到全中國解放後, 海洋動物區系的調

* 本文由吳浩然同志協助翻譯特此致謝。

查工作才得以大規模地展開。在張璽教授的領導下，中國科學院海洋生物研究所的工作人員將他們的調查範圍從黃渤海向南擴展到東海和南海，進行中國四海潮間帶動物區系的調查研究工作。由於過去在中國海洋無脊椎動物區系的研究做得較少，生態學工作發展較差；又加這方面的工作人員也很少，所以目前單依靠中國海洋生物學家的力量不僅不能夠充分地展開這項研究工作，而且也難以滿足中國各海區大規模多方面調查的需要。沿岸生態學的研究對有計劃地發展水產事業是非常必要的，因此，中蘇兩國海洋生物學家共同合作進行中國各海區潮間帶生態學的研究也是十分必要的。另一方面，為了查明中國海洋無脊椎動物區系的特點、來源和形成歷史，對中國和毗鄰國家沿海動物區系進行比較性的研究工作是中國海洋生物學家渴望已久的願望。因此，蘇聯科學院動物研究所和中國科學院海洋生物研究所的目的是一致的；在中蘇海洋動物學家聯合對北太平洋潮間帶進行比較性研究面前展開了遼闊的遠景。中蘇兩國海洋生物學家共同合作進行考察對工作非常有利，因為中國同志非常熟悉黃海的動物區系，在野外工作時能夠及時地把大多數動物標本鑑定出來，而蘇聯同志們具有豐富的海洋動物地理和生態學研究工作的經驗，在進行生態學調查工作時，採用了在蘇聯沿海潮間帶工作時所製訂出來的方法。參加潮間帶工作除本文作者外還有 A. A. 斯特列爾科夫教授和中國科學院海洋生物研究所的一些青年同志。張璽教授和古麗亞諾娃教授共同領導這次考察工作。張璽、齊鍾彥和 O. A. 斯卡拉脫(軟體動物)，劉瑞玉(甲殼類)，П. B. 烏沙科夫(多毛類)，吳寶鈴(棘皮動物)等對重要種類進行初步的鑑定。海藻由張峻甫鑑定，魚類由成慶泰鑑定。考察期間所採集的標本交給中國科學院海洋生物研究所和蘇聯科學院動物研究所的專家們進行鑑定，鹽度由中國科學院海洋生物研究所海洋物理組測定。為了說明黃海潮間帶動植物的水文氣象條件的特點，我們引用了青島觀象台多年觀測的資料，海圖以及其他文獻中的資料。潮間帶的調查工作從 1957 年 5 月 20 日至 7 月 14 日在青島、塘沽、煙台三地進行。對以上三地不同類型的海岸進行了研究，工作地區包括 19 個點。同時還進行了動物區系的數量計算工作，特別注意某些具有經濟及食用意義的種類。在每一地區的潮間帶選擇一個可以做為進行比較性調查的標準區，進行調查工作，工作項目還須要重複進行，以便對此地區得到全面的了解。

1958 年 7 月，古麗亞諾娃，斯卡拉脫，劉瑞玉，齊鍾彥，吳寶鈴又在青島、滄口進行了兩次考察，在青島中港岩石環境進行了 3 次工作。其中有兩次是特為校對和更詳細地說明 1957 年的資料而特地安排的，按動植物區系的垂直分佈，在海面上做了 12 小時連續觀察，看出了海面和種類垂直分佈最大高度是符合的。在調查時通過對基準面以上海面位置的測定(海灘上)和對動物種類垂直分佈界限水平面的直接測量(岩石上)就可以確定動物種類的垂直分佈。

在這個初步報告裏，我們只能提出某些作為典型和可作為比較研究基礎的地區的動物種的垂直分佈表，同時對黃海潮間帶生態學特點提出一般性論述。希望今後對這些資料除了再加以詳細論述外，並提出經過比較、分析、研究後的結論。

青島、煙台兩地的潮汐是規則的半日潮，日潮和半日潮的幅度之比 $\frac{H_{K_1} + H_{O_1}}{H_{M_2}}$ ，決定着潮汐的類型，在兩種情況下都小於 0.5°。但是淺海引起了潮汐的變形，而形成了顯著的混合高潮晝夜不等現象，退潮期較長於漲潮期。青島的最大潮高為 4.7 米，煙台為 3 米。

潮汐的類型有規則的或不規則的，半日的，全日的或由氣候特點形成的混合潮，它決定着海洋動植物區系種屬成分的特點和潮間帶種屬的水平分佈，因為最重要的生活條件(溫度、鹽度、底質內含的水分、光)都要受潮汐節奏的影響。具有最重要意義的情況是生物的棲息環境每天規律地變化着；在退潮的時候，潮間帶的生物就暴露在空氣中，在漲潮的時候重新被水掩蓋。只有海洋的潮間帶才有晝夜期間的環境交替變化的特徵，所有的化學、物理學和生物學現象都受這種環境變化的節奏的制約，並具有周期性。如此，落潮時水面由高潮到低潮的下降是緩慢的，約在6小時完成這一過程；以後的6小時內海平面又重新升高¹⁾。位於基準面以上各種高度的海岸上的各個點在不同時間的周期內要受到空氣的影響。高潮綫上的各個點僅在很短的時間內被水掩蓋，反之，接近基準面的點只有在很短的時間內才露出水面。生活在潮間帶的動物和藻類在不同程度上都適應於這種空氣條件(適應於高溫和低溫，乾燥和寒冷)，因此它們在潮間帶的分佈是非常規律的。適應力最強的種類棲息在潮間帶的上部，對外界環境劇烈變化適應力最小的種類棲息在潮間帶的下部。因此，在潮間帶通常能看到層次分明的種類垂直分佈層，且基準面以上一定平面形成大量種類的固定水平分佈帶，有時這種地帶順着海岸延伸很廣。很久以前的學者記載過潮間帶動植物區系垂直分層的現象，很多作者曾提出了潮間帶垂直分層或分區各種原則，因此，找出一個劃分的客觀原則是非常重要的。劃分的原則共有兩種。一部分學者採用瓦揚(Vaillant, 1896)的原則，這個原則依據在大、小潮期漲潮的平均水位把潮間帶劃分為垂直區；一些學者採用斯替芬森(A. Stephenson, 1949)的原則，這個原則是以生物學原則來作為潮間帶垂直劃分的基礎，就是以數量大的動植物做特徵來劃分潮間帶的區。我們要採用的是瓦揚的原則，它提供完全客觀的，精確的，排除在現象估計上有主觀因素的標準。

根據我們所搜集的材料的初步分析，按照着瓦揚原則，可以把黃海的潮間帶劃分為三個主要的垂直部分或者是三個區，其中每一區都具有本身特有的生活條件，棲息着其他兩個區所未有的，或者在其他兩區內極少見的種類。

上區或第 I 區位於潮間帶的最高部分，被潮水掩蓋的時間很少，只有在大潮時才能被水掩蓋。這一區的最高界限達最大潮時高潮的水面，最低的界限與小潮漲潮的平均水面相一致。中區或第 II 區佔海岸大部分地區，無論在大潮或在小潮的漲潮時，都是一晝夜兩次被水掩蓋，低潮時兩次露出水面。它的上界和小潮漲潮的平均海平面一致，也就是上區的下界；它的下界是小潮退潮的平均海平面。這是非常重要的和非常典型的潮間帶的區，在這一區棲息的生物的生活條件在整月中都是兩棲性的。每天有時浸在水中(漲潮時)有時暴露在空氣中(落潮時)，和上區不同，因為上區的動植物區系大部時間都生活在空氣中，只有在大潮漲潮時才被水掩蓋。下區或第 III 區和上區完全相反，和中區的區別是幾乎在所有時間都浸在水裏，只有在大潮期落潮的短時間內露出水面。下區的界限是小潮退潮的平均海平面(上界)和從理論上看可能的最低海平面即基準面(下界)。這三區非常明顯地表現在青島和煙台的潮間帶，並具有自己的生物學標誌(參閱表 3、表 4)。表 3 及表 4 上所選擇的點是我們認為在比較研究上有代表性的具軟底的海灘和岩石的生境。

黃海沿岸動物區系和位於溫帶的蘇聯遠東海淺水動物區系不僅在種類組成上不同，

1) 正規半日潮水界和氣界的交替是具 6 小時週期性的特徵；日潮為 12 小時的週期，混合潮每月中有 6 小時及 12 小時週期的交替現象。

表 1. 青島市 1898 年至 1948 年氣象因素(根據青島市觀象台五十周年紀念特別刊的資料, 1948)

[Метеорологические элементы в Циндао за период 1898—1948 гг.]

(по данным обсервации в честь 50-летия Обсерватории в Циндао, 1948)

季節 (Сезоны года)	冬 (Зима)			春 (Весна)			夏 (Лето)			秋 (Осень)			總平均 (Среднегодовая многотлетняя)
	12月 (Декабрь)	1月 (Январь)	2月 (Февраль)	3月 (Март)	4月 (Апрель)	5月 (Май)	6月 (Июнь)	7月 (Июль)	8月 (Август)	9月 (Сентябрь)	10月 (Октябрь)	11月 (Ноябрь)	
氣象因子 (Метеорологические элементы)													
溫度 (Температура воздуха)													
總平均 (Средняя многотлетняя)	1.5	-1.2	0.0	4.4	10.2	15.7	20.0	23.7	25.2	21.4	15.9	8.6	12.1
絕對 (Абсолютная)	15.7	11.2	15.0	22.7	29.7	31.5	33.1	36.2	35.6	32.3	28.5	22.7	36.2
平均 (Средняя)	12.2	8.7	9.7	15.9	21.6	27.2	29.7	31.3	32.1	29.1	25.3	19.4	21.8
絕對 (Абсолютная)	-14.1	-16.9	-12.8	-11.4	-4.3	3.2	10.9	14.5	13.2	8.7	0.9	-9.2	-16.9
平均 (Средняя)	-8.1	-11.0	-9.1	-5.3	1.4	8.2	13.7	18.2	18.2	12.4	5.3	-2.8	-3.4
空氣相對濕度 (Относительная влажность воздуха в %)	66	67	67	68	70	74	82	89	84	72	66	64	72
空氣絕對濕度(毫米) (Абсолютная влажность воздуха в мм)	3.56	2.9	3.21	4.30	6.47	9.60	14.10	19.39	19.81	13.78	9.05	5.67	9.33
多年沉澱物平均(毫米) (Многолетняя средняя осадков в мм)	16.4	10.7	9.9	20.5	31.8	43.5	74.3	152.3	150.4	82.6	32.4	22.4	64.7.2
雲量 (Облачность в баллах)	4.1	4.1	4.5	5.0	5.4	5.6	6.3	7.0	6.1	5.1	4.0	3.8	5.1
日照 (Солнечное сияние в %)	63	61	62	61	59	52	44	53	62	70	65	59	59
氣壓(毫米) (Атмосферное давление в мм)	764.3	764.9	763.5	760.5	756.6	752.8	749.3	748.6	749.6	755.1	759.9	762.4	757.3
主要風向 (Преобладающее направление ветра)	北 N	北 N	北 N	南 S	南南東 SSE	南南東 SSE	南南東 SSE	南南東 SSE	南南東 SSE	北 N	北 N	北 N	南南東 SSE
蒸發量(毫米) (Испарение в мм)	65.1	58.8	64.8	106.5	150.9	181.1	173.4	153.7	164.9	150.9	138.2	89.3	149.6

而且由於棲息地的氣候條件的差別，也各具其重要的生態學特點。經過我們對採集的標本初步的表面觀察，說明在青島和煙台的潮間帶具有起源於熱帶的類型的巨大意義。這裏有許多熱帶種、屬的代表，有許多在熱帶地區分佈很廣的種，特別是蟹類，有許多北溫帶南部的種和一些風土性強的亞種型或變種。總之，這個動物區系可能在很大程度上與太平洋的熱帶“印度西太平洋區”的動物區系有關，同時牠也具有一系列的地方“部”的特徵的特點。

棲息着這一動物區系的地區的自然地理條件也很特殊，與蘇聯遠東潮間帶比較，它們是種類垂直分佈的一般情況離開平均標準的條件。

山東半島沿岸的氣候是典型的季節性氣候，冬季寒冷而乾燥，夏季炎熱而多雨。據青島觀象台四十年來定期觀測的材料，年度平均氣溫為 12.1°C 。這個地區的緯度較低，冬季各月每月平均溫度通常為負距常，12月—1月每月平均溫度接近於零度，1月在零下 (-1.5°C)。春季也是很冷的，但在4月特別是5月下旬溫度增長得很快；夏季平均溫度高於 $20-25^{\circ}\text{C}$ ，但秋季溫暖，到11月為止溫度才漸漸下降到 $8-9^{\circ}\text{C}$ 。因此一年中溫度的變化是很不平衡的，最低溫度很顯著地表現在12、1、2三個月中。

對潮帶生物有重要意義的第二個氣候特點——空氣濕度較高，經常有霧，有雨，特別是在最熱的月分(7月和8月)，最熱月分多雲、晴日較少，有利於潮間帶生物的發展。山東半島潮間帶的溫度狀況在退潮時是非常獨特的——冬、秋、春季所有起源於溫帶和熱帶的種類都受到不正常低溫的影響，這種低溫能給予牠們致命的影響。但是每年冬季(1月中至2月中)在半島沿岸形成了岸冰；30—40厘米厚的堅固的冰層遮蓋着潮間帶。岸冰在青島只一般出現於坡度較小，遠伸於淺海中的海灘，在岩石海岸上和狹窄的陡底的沙灘上沒有結岸冰。在青島滄口冬季海岸的岸冰常常掩蓋了整個海灘的上半部，在落潮時保護該處的棲息者免受溫度急劇下降的影響。蘇聯科學家 B. B. 庫茲涅佐夫在白海進行的冬季觀測證明，當落潮時岸冰下的溫度大大高於冰上的溫度，而接近於水溫。在這種條件下，冰消除了因潮水的漲落而引起的溫度變化，保護潮間帶在落潮時免受寒冷的影響，同時對動植物起了良好的作用。這種現象特別是發生在冬季滄口的泥灘上，在潮間帶的上區和中區，顯然，這種現象對黃海潮間帶熱帶種類繼續存在的可能性起了不小的作用。甚至在黃海的北部——渤海灣，氣候大陸性，冬季比青島冷，而且冷的時間也較長，在潮間帶也棲息着熱帶種類；該區海水表層結冰，沿岸的岸冰非常堅固，它的保護作用也特別大。在每年最熱的時候——夏季和秋季由於多霧，多雨，多雲，空氣濕度高，潮間帶免受熾熱的太陽光綫致命的直接影響，也免受到過晒和過乾的影響。這對潮間帶上層的動植物區系非常重要，因為這一層大部分時間露在空氣中，只在大潮時每晝夜兩次短時間地被水掩蓋。春季，當冬季季節風在3月為夏季季節風所代替時，氣溫開始迅速上升，在個別的日子氣溫達到 $25-27^{\circ}\text{C}$ (在5月)，在最熱的7月和8月，空氣濕度達到最高點，雲霧和雨量也增大。這種情況減低了冬夏季溫度的顯著差別，也便於適應性較狹窄的起源於熱帶的類型適應在溫度季節變化幅度較寬的黃海地區生存，這對亞熱帶緯度來說是反常的。

沿岸表層海水溫度的季節變化這樣大，以致當漲潮時在潮間帶棲息的動植物受到了影響。冬季水溫比氣溫高 $3-4^{\circ}\text{C}$ ，海岸的溫度近於 0°C ；相反地夏季水溫低於氣溫，但水溫具有熱帶性質而變化在 $25-27^{\circ}\text{C}$ 之間。晴天當退潮時，留在潮間帶的水沼被太陽晒得很熱，水溫上升到 27°C 以上。這樣一來，假如冬季在山東半島潮間帶影響熱帶種類

表 2. 烟台 1936 年氣溫與水溫 (根據張修吉 1937 年的報告)

[Температуры воздуха и воды в Янтэе за 1936 г. (по работе Чжан Сю-чи, 1937)]

月份 (Месяцы)	冬 (Зима)			春 (Весна)			夏 (Лето)			秋 (Осень)			年度平均 (Среднегодовая многотетная)
	12月 (Декабрь)	1月 (Январь)	2月 (Февраль)	3月 (Март)	4月 (Апрель)	5月 (Май)	6月 (Июнь)	7月 (Июль)	8月 (Август)	9月 (Сентябрь)	10月 (Октябрь)	11月 (Ноябрь)	
溫度 (Температура, °C)	4.27	- 2.74	- 1.81	3.5	12.3	21.11	25.6	28.84	26.76	24.21	19.55	11.65	12.4
平均 (Средняя)	12.0	7.0	10.0	16.0	25.5	32.0	36.0	36.0	35.5	30.5	26.0	19.0	
最高 (Максимальная)	- 3.5	- 11.5	- 8.0	- 8.5	1.0	6.5	15.0	17.0	18.0	15.0	6.5	- 0.5	
最低 (Минимальная)	4.61	- 0.3	- 1.13	0.63	6.33	11.36	14.2	18.64	28.63	22.92	18.29	11.69	
平均 (Средняя)	8.2	1.0	- 0.6	3.2	8.9	18.7	17.2	21.2	25.0	24.9	21.7	15.3	
最高 (Максимальная)	2.8	- 1.3	- 1.3	- 1.4	3.8	9.2	11.8	15.7	21.4	20.3	15.2	8.15	
最低 (Минимальная)													

1) 1936 年 12 月的數字置於該年 1 月的數字之前, 這樣便能更好地說明烟台潮間帶冬季的溫度條件。

Данные за декабрь 1936 г. поставлены впереди данных за январь 1936 г., чтобы было удобнее характеризовать зимние температурные условия жизни на побережье в районе Янтэе.

正常生存的不利條件佔統治地位的話，那麼，夏秋兩季就有很大的可能，對熱帶類型的發展和繁盛，並且比熱帶地區具有更有利的條件，在熱帶地區通常陽光和炎熱影響了在這地區棲息的動植物。

在山東半島北部沿岸的煙台，氣候在溫度、濕度和雨量上有劇烈的季節變化。這裏冬季較冷，但是夏季較熱，且較乾燥；多年來的平均年度氣溫是 12.4°C ，多年來最冷月分(1月)平均氣溫為 -4.4°C ，但最熱月分(8月)的平均氣溫為 26.8°C 。

表 1 和表 2 清楚地說明了山東半島沿岸水溫和氣溫的不穩定性。這裏看到溫度不僅季節性變化幅度大，而且在每個月內，特別是春季當溫帶型的冬季轉向近乎熱帶型的夏季時，溫度變化幅度更大。

冬季沿岸表面海水鹽度平均為 31—32‰，夏季下降到 31—30‰。對沿岸植物的發育有密切關係的海水透明度和岩相底質的發展程度；對潮間帶生態學有重大意義；在黃海，海水透明度低，在沿岸地區不超過 6.5 米，有時不超過 2 米；岩相發展得相當弱，同時，廣闊的沙質和泥沙質灘塗佔絕對優勢。

在進行調查時，我們非常注意種類的垂直分佈，因此，在採集查清動植物區系情況的標本時，同樣在我們進行數量計算的據點，我們常滯留在一定的海面上；據點分佈在從潮間帶上界(在青島是基準面上 4.5 米，煙台是基準面上 3.0 米)到每次野外工作當天的低潮水面之間的各斷面上。由於在採集動植物區系標本時採用了在斷面上佈站的方法，我們便能立刻製出各種動植物垂直分佈表、棲息密度表和生物量表。我們以重複的調查來進一步肯定和檢查已經得到的資料。下面的動物區系分佈表是在重複調查的材料基礎上製成的。我們共製出青島地區十個站的分佈表：1. 滄口泥灘；2. 沙子口沙灘和岩岸；3. 麥島沙灘和岩岸；4. 薛家島沙灘和岩岸；5. 黃島沙灘和岩岸；6. 黑瀾岩礁；7. 貴州路岩岸；8. 第一浴場(匯泉)沙灘；9. 第二浴場沙灘及岩礁；10. 棧橋沙灘岩和岩岸，以及棧橋的牆和樁。

在煙台調查了下面 6 個點：1. 東山岩岸；2. 東山附近的石灘；3. 芝罘地峽東岸泥沙灘；4. 芝罘地峽西岸泥沙灘；5. 芝罘島東角岩石；6. 煙台山岩岸。在這些地點中每處都做了動植物區系垂直分佈表。除此以外，為了解決北太平洋西部地區河口動物區系的起源問題，我們曾在塘沽港白河口的三個點進行了調查工作。1. 南浪壩附近的海灘；2. 南浪壩附近的河灘；3. 白河口南岸的沙灘。在這裏也採集了動物區系垂直分佈的材料，並進行了數量計算工作，採集了海水樣品，為了搜集溫度和鹽度按潮汐的變化資料，曾進行兩個晝夜的水文觀察工作。

這樣對潮間帶各種不同生態類型——浪擊的、被岩石保護的和各種海灘(岩石灘、礫石灘、沙灘、泥灘)和大河的河口區進行了調查工作。我們這次在黃渤海的調查具有很重要的意義，因為張璽教授於 20 年前在青島和煙台潮間帶進行過動物區系的調查工作，並且發表過無脊椎動物調查報告，此外還附有某些地區具有重要意義的種類的產地的圖表，張璽(1935, 1936, 1949)對這些地區進行重複的調查，並觀察經過 20 多年動物區系是否有了變化，是非常有意義的。只有將採集的標本經過詳細的整理、加以分析後才能回答這個問題。經過我們初步的比較研究證明，這些地區的動物區系基本上沒有什麼大的變化。但毫無疑問張璽教授的無脊椎動物報告中的種類得到了很大的補充，因為我們對大量的多毛類、端足類、等足類、漣蟲類和小型動物區系等過去沒有被調查過的材料進行了研究。

在這些種類中很可能會發現新種。

在這個初步報告內我們只能提出各沿岸基本生態類型潮間帶種類的典型垂直分佈表和簡單分析。將來我們準備對已往調查過的潮間帶地區再作詳細的描述，並且在對這些材料做比較性研究分析的基礎上，找出黃海潮間帶生物的一般規律性。

在上面我們也曾提過，煙台和青島的潮汐雖然是正規半日潮，但是淺海使它有了變形而產生了不論是大潮或小潮時的日潮不等現象。在青島強烈地表現出低潮的日潮不等現

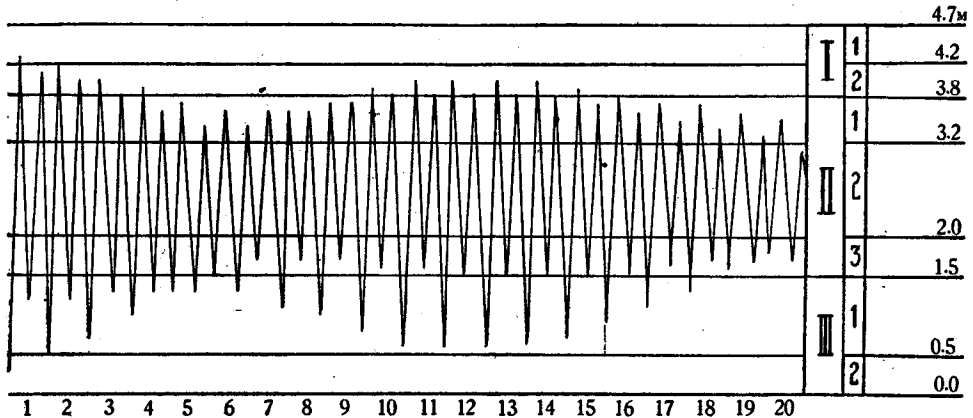


圖 3. 青島 1957 年 7 月 1 日至 20 日潮汐水位變動曲線及根據瓦揚原則對潮間帶進行的分區與分層。

Рис. 3. Кривая приливных колебаний моря в 1й—20й июля 1957 г. в Циндао и вертикальное подразделение литорали на горизонты и этажи по принципу Вайана.

象，當大潮時達到 1 米；因此兩相鄰的大潮具有幾乎相同的高度（潮高基準面上 4.1—4.2 米）；當小潮時，這種不平衡現象逐漸消失，低潮日潮不等，不高於 0.5 米。根據這種情況潮間帶的第 II 區很自然地分成三層。它的上層在小潮時每晝夜露出水面一次，具有晝夜性的節奏。中層（第 2 層）在全月中都是每晝夜兩次露出水面，永遠有生命的半日節奏。第 II 區的下層，同第 1 層一樣，在小潮時有晝夜的節奏，僅在低低潮時露出水面。大的大潮和小的的大潮的高度差別也是很大的；因此，潮間帶的上層（第 1 層）和下層（第 3 層）都可分成兩個部分，上層的上部只有在大的大潮時才被水掩蓋，其餘的 25—24 天都露在空氣中。上層的下部在大的或小的的大潮時都被水掩蓋；因此，上區的上層除半日周期的交替外還有半月周期的水和空氣環境的交替。

潮間帶第 III 區（下區）情況相似，也有兩層，具有不同的退潮時露出水面的節奏：上層（第 1 層）在平常的大潮時有晝夜節奏，即僅在低低潮時露出水面，在大的大潮時有半晝夜節奏，在低低潮或高低潮時都露出水面；第 II 區第 2 層位置低於海面 0.5 米僅在各季最大大潮時才露出水面，在低低潮時每晝夜僅一次露出。

軟底質相的種類的分佈及其垂直分佈界限和我們根據瓦揚原則進行理論上的潮間帶分區分層是完全符合的。我們提出膠州灣東北岸的滄口泥灘表做為例子。表 3 根據 1957 年的材料初步製成，於 1958 年 7 月又仔細地加以校對。我們初步用曲綫劃出 1958 年 6 月 17 日至 7 月 26 日一個多月的時間裏潮汐水位變化，這一段時間相當於從陰曆某個月 1 日至下個月中間開始的時間。根據潮汐表畫出了高潮和低潮的潮高（圖 3），然後用圖綫畫出大、小潮期高低潮的平均水位，這樣就得出按瓦揚原則劃分的區和層。1958

年7月18日古麗亞諾娃, 斯卡拉托, 齊鍾彥, 劉瑞玉在滄口海灘對插在灘上的測水位高度標幟(帶號碼的木樁)由水位下降而露出水面的時間至漲潮時被水淹蓋的時間進行了12小時的觀測。在我們的每個工作據點上也採集了定性和定量的底棲動物樣品。我們一共分三個斷面。每斷面分17個(第III斷面)或12個(第I及第II斷面)據點。標幟插在一眼就可以看出動物區系變化情況的地方和在主要標誌之間的許多點上。這樣,在整理了採集的資料,並對每個站的種類名錄進行校對之後,就可以判斷出與一定標誌號數相符合的每種動植物的垂直分佈界限¹⁾。把我們進行觀測的時間的標號和通過我們工作地點較最近的潮表所確定的(同曲綫上的)時間對比後,我們可以得出種類的垂直分佈界限的與基準面相關的高度。同時種類的垂直分佈界限和潮間帶各區和層的界限很相近,實際上可以說是完全符合。在晴天和無風的天氣裏進行潮間帶的觀察工作,在一定程度上保證了我們免受離岸風或向岸風所引起的海面的變化的可能性。

觀察表3之後可以看出動物種類按潮間帶各區各層明顯地垂直分層情況。在第一次野外工作時我們已經看出了動物垂直地交替情況,分成寬闊的上部“蟹灘”較窄的“沙蠶灘”和“泥螺灘”——在一定的高度上立即出現了大量泥螺,隨它之後是“螻蛄蝦灘”,最後是“寬身大眼蟹灘”。1958年7月18日仔細地檢查證明出上述海灘彼此相關的位置和其垂直交替是符合於黃海潮間帶分區分層原則的。蟹灘位於第I區,沙蠶灘位於第II區的第1層,泥螺灘位於螻蛄蝦層的上部地區而相當於第II區第2層。寬身大眼蟹是此層的標誌,佔小潮時平均低低潮水面上的潮間帶下部地區,也就是在第II區第3層。上部界限是高於基準面1.5米的第III區。在我們共同工作期間(1957年5月至6月和1958年7月)在白晝只露出高於基準面1.2米的水面,但是只根據這次考察是不夠的,它的位於基準面與1.2米水面之間的下部地區只在深夜時才露出到0.5米水面,但潮間帶最低的部分,第III區第2層,通常只在冬季大潮時落潮時才露出水面,因此,蘇聯科學院動物研究所的同志們沒能在這個時候親自來調查。僅就中國科學院海洋生物研究所的同志們所進行的間斷的冬季觀察和1935年張璽教授所進行的潮間帶及潮下帶上區的動物區系調查的資料使我們有可能提出對滄口灘潮間帶最低部地區的一些說明。種的垂直分佈界限和潮間帶各區、層界限的非常符合表明這種區、層界限是潮間帶動物的臨界綫。這一臨界綫限制了絕大多數種類向上部地區分佈,而自第II區擴大分佈到潮間帶下部地區的種類差不多延伸到基準面。除一二種動物外,所有的多毛類,絕大多數的軟體動物,及有經濟意義的種類的甲殼類和唯一的棘皮動物的代表——灘棲蛇尾都是這樣分佈的。不允許它們向潮間帶上部地區分佈的臨界綫是小潮低高潮(最小的漲潮)的最低水位,也就是在潮高基準面上3.2米。在這種情況下此綫不是平均綫而是最低綫並證實了它是臨界綫,動物不能分佈到高於此綫的地方,甚至也不可能分佈到小潮的低高潮的平均水面。某些種類有非常明顯的上下臨界綫——例如:軟體動物:*Glaucomya* sp., *Aloidis* sp., 蟹類:*Uca arcuata*, 兩種 *Ilyoplax*, *Scopimera*, 異尾類的 *Laomedea astacina*, 還有 *Lingula anatina*。這些種類棲息在海灘上的狹窄地帶,按垂直方向延伸不超過0.5米(*Glaucomya*, *Aloidis*, *Uca*, *Laomedea*)或1米(除上述以外的種類)。

蟹類多和某些種屬的顯明的垂直交替現象是黃海潮間帶的特徵,這種現象發生在 *Helice*, *Scopimera* 及 *Ilyoplax* 各屬。根據潮間帶各區和層所表現出清楚的生物學的

1) 這種研究潮間帶種類垂直分佈的方法,從前古麗亞諾娃在蘇聯北部及遠東各海曾使用過。

界限，我們才能分出潮間帶上部和下部地區的差別。在上部，生物學標誌以某些種類和另一些種類的交替很好地劃分出區和層的界限，其實從第 II 區第 2 層上部界限（基準面上 3.2 米）開始幾乎所有的種類都分佈到基準面附近，而且在下一區和層的界綫上，除了保存代表上一區和層的種類外，也還有一些其他種類出現。這樣棲息動物的成分中有 *Alpheus hoplocheles*, *Ogyrides orientalis*, *Umbonium thomasi*, *Mactra* sp., *Cavernularia* 出現時就成爲 2.0 米水面（第 II 區第 3 層的上界）的標誌。*Crangon*, *Palaeomon*, *Dorippe*, *Pectinaria*, *Chaetopterus*, *Balanoglossus* 的出現是第 III 區開始（1.5 米）的標誌。位於基準面上 3.2 米或 2.0 米之間的第 II 區的第 2 層，有極大的實際意義。這裏是主要經濟種 *Upogebia major*, *Solen gouldi*, *Mactra quadrangularis* 的採捕場所。這一區每晝夜兩次露出水面，當水面開始低到高於基準面 3 米時，當地居民即來採集。由於潮間帶這一部分是可以通行的，居民們經常地，特別是從溫暖季節開始（冬季採集工作進行得較少）便在此地挖掘螻蛄蝦和雙壳類軟體動物。在夏季這裏的動物區系分佈不平衡，呈現出完全空白地區和動物區系未被採集過的地區的互相交替的現象，因此，夏季動物區系的分佈是鑲嵌型的。

在岩相的潮間帶也顯示出這種規律性。爲了確定岩相種類的垂直分佈，我們採用在滄口用的同一方法，於 1958 年 7 月 11 日用紅漆把記號塗在一些有代表性種類的垂直分佈的上界和下界以及在低潮時的海面上（1.6 米）。7 月 17 日低潮時在 1.4 米的水面上又塗上了補充標記。7 月 18 日進行了 12 小時的觀測，同時記錄 10 個標號中的每一標號退潮時露出水面的時間和漲潮時重新被淹蓋的時間。像在滄口一樣，把這些資料和在潮汐表上得到的水位進行對比以後，我們才有可能把種類的垂直分佈和海水潮汐面聯繫起來。進行觀測的地區是中港經常被新鮮海水所沖洗但又不受浪擊的垂直的石牆（中港油脂公司的石牆）。

數量多的種類的垂直分佈界限也完全與潮間帶各區和層的界限相符合。第 I 區完全被濱螺（*Littorina*）所佔據，但這種軟體動物向下一直分佈到第 II 區第 2 層；白紋藤壺（*Balanus amphitrite albicos-tatus*）和戴氏小藤壺（*Chthamalus dalli*）帶佔據第 II 區第 1 層，其中有少數進到牡蠣帶；黑偏頂蛤（*Volsella atrata*）開始與藤壺一起在第 1 層形成密集的棲息區。特別是牡蠣的棲息處同第 II 區第 2 層的界限完全相符合；並且牡蠣帶的上界和下界沿着整個牆形成了水平的直綫。但是還不明瞭爲什麼這一區域牡蠣帶分爲兩部分——上面的部分達到基準面 2.5 米的水面，完全由大的老牡蠣組成，它的下部則僅爲幼小個體所佔據，其中連一個大的個體也沒有。在其他地區，例如在前海棧橋的橋樑上和海帶養殖場地，大的，同年齡的牡蠣佔據整個地帶。中港牆上牡蠣帶下部地區的牡蠣的死亡原因現在還不清楚。在冬季的條件下可能找出這種現象的解釋。總之非常有必要注意在帶的下部岩石上生活的，在 7 月長度近於 15—20 毫米的幼小牡蠣的命運。牡蠣的下界與陡牆和石塊交界的極度吻合並不能作爲自這條綫以下的牡蠣死亡的解釋。因爲碎石堆的各處與陡牆一樣也棲息着牡蠣。自基準面到 1.2 米的潮間帶下部的岩石和礫石環境未進行研究，因爲在我們工作的期間最近水位是 1.15 米。

在煙台，我們也和青島一樣對潮間帶不同的生態類型進行了研究。但是由於停留的日期較短，工作進行得不够詳細，另外根據瓦揚原則對煙台潮間帶進行垂直分區很困難，還需要補充的計算，因爲每月的潮汐曲綫是如此複雜，要完成和我們在青島所做的那樣的

表 4. 青島中港石牆岩石上動植物區系垂直分佈 (7 月)
 (Вертикальное распределение фауны и флоры на фации скал в июле месяце в
 путренная стена порта Циндао)

4.7 米

第 I 區 (горизонт I)		第 II 區 (中區) (горизонт II) (средний)		第 III 區 (горизонт III)	
第 1 層 (этаж 1)	<i>Littorina brevicula</i> Philippi	<i>Balanus amphitrite albicostatus</i> Pilsbry	<i>Chthamalus dalli</i> Pilsbry	<i>Littorina brevicula</i> Philippi ∞ 4.2 米	
第 2 層 (этаж 2)				<i>Balanus, Chthamalus, Littorina brevicula</i> (juv. 幼小個體) ∞ 3.8 米	
第 1 層 (этаж 1)	<i>Ostrea cuculata</i> Born.	<i>Ostrea cuculata</i> (Adult. 成體)	<i>Chthamalus dalli</i> Pilsbry	<i>Balanus, Chthamalus, Littorina brevicula</i> (juv. 幼小個體) <i>Volsella atrata</i> Lischke 3.5 米 3.2 米	
第 2 層 (этаж 2)				老 Old <i>Ostrea, Balanus, Chthamalus, Volsella</i> Microfauna 2.8 米	
		石牆與石塊的交界線 (граница между вертикальной стеной мола и камнями) 2.5 米			
	<i>Ostrea cuculata</i> (juv. 幼小個體);	Камни 石塊		<i>Patelloida schrenkii</i> (Lischke); <i>Thais clavigera</i> (Küster); <i>Monodonta labio</i> (L.); <i>Turbo coronatus granulatus</i> ; <i>Heteropanope makiana</i> Rathbun; <i>Hemigrapsus penicillatus</i> (de Haan); Paguridae; Isopoda; <i>Lepidonotus</i> sp.; Nereidae; <i>Spirorbis</i> . 2.0 米	
第 3 層 (этаж 3)				<i>Patelloides schrenkii</i> (Lischke); <i>Thais clavigera</i> (Küster); <i>Monodonta labio</i> (L.); <i>Pyrene martensi</i> (Lischke); <i>Acanthochiton</i> sp.; <i>Ischnochiton</i> sp.; <i>Trapezium</i> sp.; <i>Turbo coronatus granulatus</i> Gmelin; <i>Hemigrapsus penicillatus</i> (de Haan); Paguridae; Nereidae; <i>Lepidonotus</i> sp.; <i>Spirorbis</i> . 1.5 米	
第 1 層 (этаж 1)	<i>Enteromorpha linza</i> L.	<i>Ulva pertusa</i> Kjellm	Камни 石塊	<i>Turbo coronatus granulatus</i> Gmelin; <i>Chlorostoma rustica</i> (Gmelin); <i>Pyrene martensi</i> (Lischke); <i>Patelloida schrenkii</i> Lischke; <i>Acanthochiton</i> sp.; <i>Ischnochiton</i> sp.; <i>Thais clavigera</i> (Küster); <i>Arca</i> sp.; <i>Trapezium</i> sp.; <i>Rapana thomosiana</i> Crosse; <i>Gaetice depressus</i> (de Haan); <i>Hemigrapsus penicillatus</i> (de Haan); <i>Halosydna nodulosa</i> ; Polychaeta. 1.15 米	
第 2 層 (этаж 2)				? (1958 年 7 月 18 日最低水面) (уровень малой воды 18/VII 58) 0.5 米	