

汪额诺格岛(北海)与大陆之间障壁 潮坪的沉积物: 粘土矿物、重金属和有机碳

汪寿松 陈昌明

Irion, G

(中国科学院地质研究所)

(联邦德国威廉市森肯堡海洋地质和海洋生物研究所)

内容提要 本文目的在于说明有限区域内潮坪小环境沉积物的矿物学和地球化学特点及沉积过程的改造作用。沉积物样品取自汪额诺格岛与联邦德国的德国湾南岸之间的障壁潮坪。粒度分析表明,障壁潮坪由大体平行于大陆的泥坪、混合坪到砂坪三个带组成。粘土矿物以伊利石为主,其次为蒙脱石、高岭石和绿泥石,与北海粘土矿物组合一致。粘土矿物组成和重金属Fe、Mn、Cu、Pb、Zn含量在潮坪不同部位相差无几,说明沉积物受到潮汐水流反复侵蚀和再沉积作用的混合作用。近潮口附近有机碳含量增高是潮汐水流从北海通过进潮口携入有机物的结果。

主题词 障壁潮坪 粘土矿物 重金属 有机碳 潮坪分带 混合作用

第一作者简介 汪寿松 女 45岁 副研究员 沉积学、沉积岩石学和沉积矿物学。

许多作者用沉积学、矿物学和地球化学方法分析过北海的沉积物。例如发表过文章的作者有:Pratje 1931, Baak 1936, Crommelin 1940, Van Straaten 1954, Van Straaten 和 Kuenen 1957, Postma 1961, De Groot 1964, Reineck 和 Gutma 和 Hertweck 1967, Reineck和Dörjes和Gadow和Hertweck 1968。Eisma在1981年的一篇文章中又提供过许多文献。最近20年来对日渐增加的环境污染问题给予了特别的重视。如Gadow和Schäfer 1973, Forstner和Reineck 1974, Irion和Schwedhelm 1983, Schwedhelm和Irion 1983 进行了沉积物内重金属含量的分析。以上列举的矿物学和地球化学方面的研究工作大部分涉及到北海沉积物在大区域上和时间上的分布规律,而对德国湾局部地区的潮坪沉积物却研究甚少。本文前两位作者得到洪堡基金会的资助在威廉市森肯堡研究所从事研究工作,这不仅给作者提供了研究北海潮坪沉积物的机会,而且提供了将中国东部沿海潮坪与北海潮坪进行对比研究的可能性。为此作者选择了汪额诺格岛后障壁潮坪作为研究对象。除本文之外, Reineck、陈昌明和汪寿松的涉及同一地区沉积环境的另一篇文章已在联邦德国发表。

本文研究汪额诺格岛后障壁潮坪的目的在于用矿物学和地球化学方法说明一个有限区域的小环境内的潮坪沉积物的成分,说明所分析的参数是否有沉积作用过程造成的分布上的变化。研究区是北海南部广泛发育的障壁岛后潮坪的一个典型代表。

取 样

作者于1983年11月和1984年4月采用Reineck盒式取心器从汪额诺格岛后潮坪上取样101个。五个取样剖面之间以及每条剖面两相邻取样点之间大致有相同的间隔。剖面线垂直于该岛南缘,并伸向大陆北岸。从101个样品中选取了12个进行沉积物成分分析。选样时考虑到潮坪本身沉积物的分带性及样品在潮坪表面不同部位的配置(图1和4)。

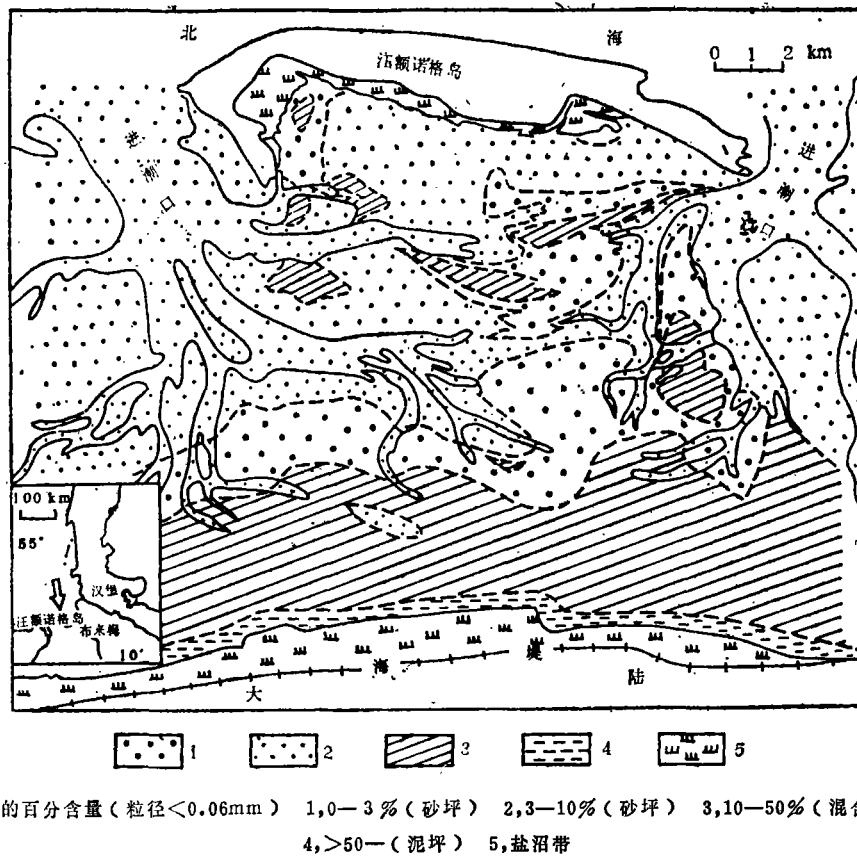


图1 根据小于 $63\mu\text{m}$ 组分的含量对潮坪进行的分带

Fig.1 Zonation of the tidal flats according to the content of fraction smaller than $63\mu\text{m}$

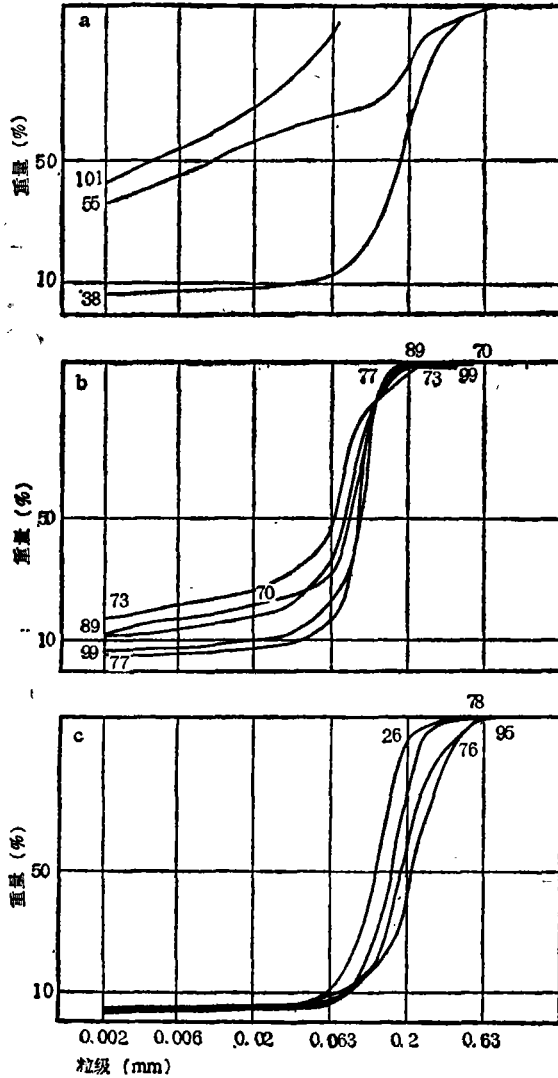
用作分析的样品是由这种保持原状的盒式样品中取出的有代表性的分样,它们代表从潮坪表面向下20cm深的表层样品的平均特征。

作者对这种混合样品进行了粒度分析,粘土矿物分析、重金属铁、锰、铅、锌、铜分析以及有机碳测定。

结 果

小于 $20\mu\text{m}$ 的组分首先用阿特尔贝尔格法(Atterberg, 1912)进行粒度分析,然后

用筛析法进行大于 $20\mu\text{m}$ 组分的粒度分析，其结果见表1和图2。



a.盐沼 b.混合坪 c.砂坪

图2 汪颖诺格岛南背面潮坪砂坪、混合坪和盐沼沉积物样品的粒度分析累积曲线

Fig.2 Grain-size distribution cumulative curves of the sediment samples from salt marsh, mixed flat and sand flat of back-side tidal flats south of the Wangerooge Island.

由图1看出，在所研究的障壁潮坪上显示出由泥坪、混合坪到砂坪的总体上平行于大陆的分带。同时障壁岛的南缘发育一窄盐沼带——北盐沼带。带1中近岛的北盐沼带与近陆的南盐沼带含砂量显著不同，这是由于西北风和东北风频繁地把岛上砂丘的砂吹到北盐沼带所致。此外，潮坪上分水岭区和潮沟附近局部地区泥含量明显增高。

表1 汪额诺格岛后潮坪各带沉积物的粒度组成
Table 1 Grain size constitution of the sediments in different zones of tidal flats behind the Wangerooe Island

样 品 号	沉 积 物 各 组 分 重 量 百 分 比 (%)					
	粘土	粉砂	粘土+粉砂 ($<63\mu\text{m}$)	细砂	其余组分 (包括中砂)	
盐沼**	55	35	29	64	20	16
	38	6	7	13	52	35
	101	43	50	93	←——— 7 ———→	
混 合 坪 (泥含量*10—50%)	73	17	32	49	48	3
	89	11	25	36	63	1
	70	12	20	32	67	1
	77	5	11	16	84	—
	99	6	16	22	76	2
砂 坪 (泥含量 $<10\%$)	28	4	3	7	69	24
	26	4	6	10	84	6
	95	4	4	8	52	40
	76	4	5	9	33	58

*所谓“泥”就是 $<63\mu\text{m}$ 的组分，包括粘土和粉砂。

**55和38号样品取自北盐沼，101样取自南盐沼。

粘土矿物

粘土组分($<2\mu\text{m}$)先用连二硫酸盐-柠檬酸盐-重碳酸盐法(Mehra and Jackson, 1960)去氧化铁,然后制成涂片用于X射线衍射分析。每一样品制成三个涂片,分别用醋酸镁、醋酸钾和乙二醇处理,结果获得包含三条衍射曲线的一套X射线衍射图(图3)用乙二醇处理使蒙脱石的〔001〕峰从大约 14Å 移至大约 17Å ,这使在 14Å 处稳定的绿泥石〔001〕峰清楚地显现出来(图3c)。用醋酸钾处理使蒙脱石的 14Å 峰移至 10Å 与 12Å 之间某处(图3b)。蒙脱石的高电荷相具有 10Å 峰,低电荷相具有 12Å 峰(Quakernaat 1968)。高岭石和绿泥石分别以 3.57Å 〔002〕和 3.52Å 〔004〕峰区分开(图3a)。

各粘土矿物组分的百分含量用比斯基埃法(Biscage, 1964 and 1965)测定。表2列出的数值皆是每一样品内各种粘土矿物的相对百分含量。考虑到粘土矿物分析的精确度不超过5%,可以认为汪额诺格岛后潮坪上粘土矿物的分布是均匀的。

但是,当笔者将粘土矿物的组分分得更细,譬如选择 $0.6-2\mu\text{m}$ 粒级来研究时,可以发现粘土矿物的分布有明显的差异(Schwedhelm, 1984)。

采用比斯基埃法测定的结果表明,伊利石的含量占优势,其次为蒙脱石、高岭石和绿泥石。这与Schwedhelm与Irion 1985年在北海附近地区发现的粘土组合大体一致。粘土矿物的来源还不十分清楚(McCave, 1953)。似乎北海的淤泥内只含有少量的河流悬浮沉积物。今天进入北海的大多数粘土来自北海南岸的海岸侵蚀作用或来自大西洋(Eisma, 1981)。大部分泥质沉积物已长久地堆积于北海盆地内。云母(或伊利石)和绿泥石可能有很大一部分系芬兰斯塔的亚冰川物质的继承物,而高岭石和蒙脱石则是

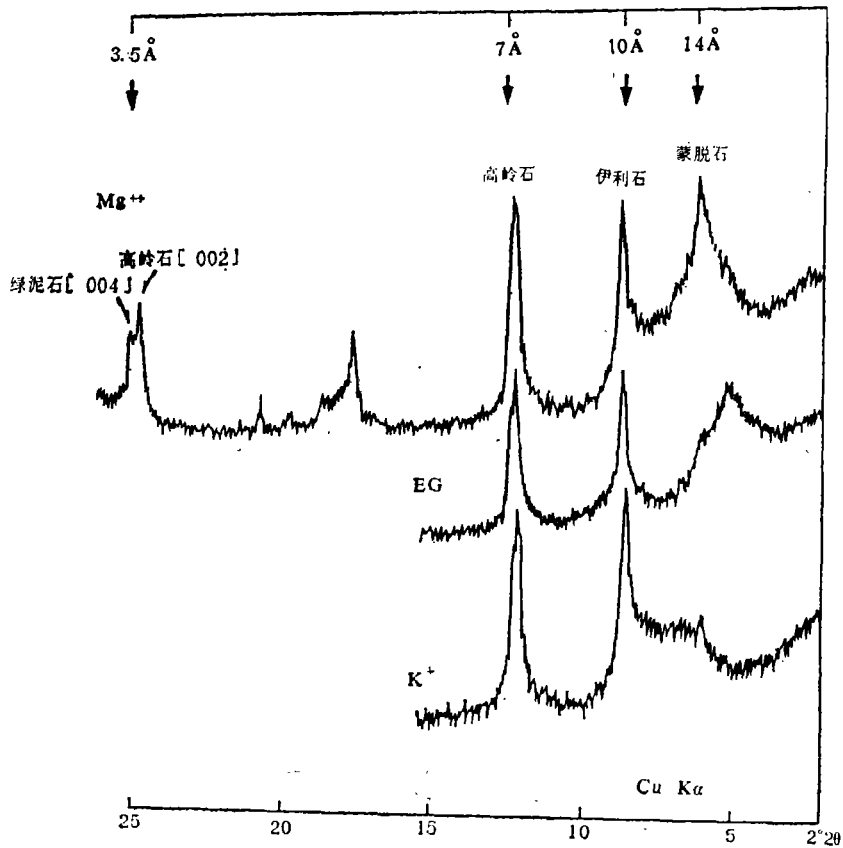


图3 汪额诺格岛后潮坪粘土组分 (< 2 μm) 的X射线衍射图 (95号样品)

a、涂片用醋酸镁处理 b、用醋酸钾处理 c、用乙二醇处理

Fig.3 X-ray diffractogrammes of clay fraction (2μm) of tidal flats behind the Wangerooge Island.

表2 < 2 μm组分的粘土矿物的相对百分组成

Table 2 Relative content of clay minerals in the fraction smaller than 2 micron

潮坪分带	盐 沼			混 合 坪					砂 坪			
	101	55	38	99	77	89	70	73	26	28	95	76
伊利石	52	54	52	47	48	48	48	51	48	48	48	50
蒙脱石	33	22	29	34	35	27	29	28	26	29	29	29
高岭石	9	14	12	14	12	15	15	13	15	14	13	12
绿泥石	6	10	7	6	5	11	9	8	11	9	10	9

在陆表风化作用中形成, 尔后搬运到海里来的 (Behre et al, 1984)。

重 金 属

作者用小于 $2\mu\text{m}$ 的级分进行了重金属 Fe、Mn、Cu、Pb、Zn 的测定。先用浓硝酸溶解, 然后用 Perkin Elmer 360 原子吸收光谱测重金属含量, 结果列入表 3。图 4 显示所测重金属在岛后潮坪面上的分布无明显规律可循。

表 3 $>2\mu\text{m}$ 组分内重金属 Fe、Mn、Cu、Pb、Zn 含量

Table 3 Contents of Fe, Mn, Cu, Pb, Zn in the larger than $2\mu\text{m}$ fraction

样 品 号	重 金 属 含 量 (ppm)				
	Fe	Mn	Cu	Pb	Zn
55	34	729	37	113	223
38	33	988	37	125	253
101	37	324	38	119	263
73	33	603	32	119	259
89	32	425	31	104	268
70	34	470	36	119	239
77	34	481	30	104	278
99	34	460	40	138	336
28	30	539	36	125	325
26	29	444	30	113	270
95	27	324	34	113	305
76	31	254	37	129	323

表 4 说明本区的 Zn 含量与东弗里西亚群岛的测定值基本相同。Cu 含量在所列出几个地区内数值相近, 并且与背景值的差别比较小。研究区内 Pb 在沉积物内的分布比较均匀, 故而平均值相对较高。

表 4 研究地区与德国北海其它潮坪区 Pb、Zn、Cu 含量的对比

Table 4 Contrast of study region with the other tidal flst areas of German North sea in Pb Zn Cu contents

		重 金 属 含 量 (ppm)		
		Pb	Zn	Cu
研究区	最大值	138	336	40
	最小值	104	223	30
	平均值	118	279	35
东弗里西亚群岛	最大值	128	315	59
	最小值	29	241	25
	平均值	54	278	39
威悉河—易北河	最大值	135	538	61
	最小值	44	341	30
	平均值	76	411	48

北弗里亚群岛	最大值	51	266	58
	最小值	36	201	29
	平均值	41	223	40
席尔特岛	最大值	60	325	43
	最小值	35	216	34
	平均值	48	259	40
背景值		15	90	20

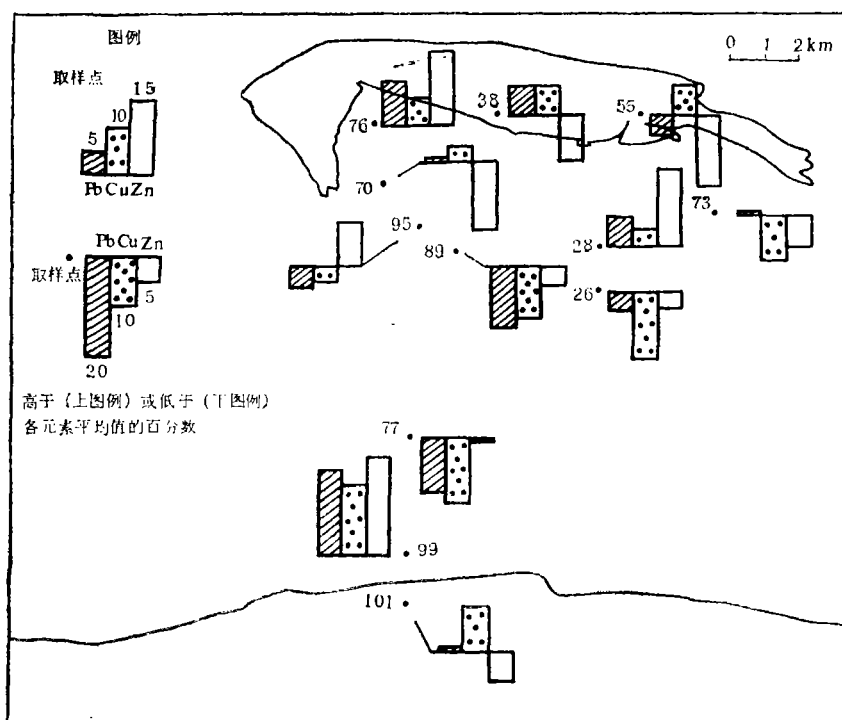


图4 Pb、Zn、Cu在潮坪沉积物中的分布

Eig.4 Distribution of Pb,Zn,Cu in the tidal flat sediments

有机碳

这里测定 $< 2 \mu\text{m}$ 细粒级中有机碳的方法是基于有机物能在硫酸溶液内被 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 氧化的性质。而且需要先用 $2\text{N H}_2\text{SO}_4$ 溶解和排除掉分析样品中的碳酸盐和硫化物，然后采用电位计进行滴定测定。

结果表明，潮坪沉积物中的有机碳含量变化于2.63—5.43%。西北盐沼带含有有机碳最高：南盐沼的101号样品含有有机碳4.57%；北盐沼的55和38号样品分别为5.43%和

5.13%，潮坪上其它地点的有机碳含量一般为2.5—3.5%左右。推测盐沼内存在有就地形成的有机碳，从而使有机碳含量增高。此外，直接邻接进潮口的地方有机碳值亦相对增高，这是因为携带有机物的潮汐水流进入潮坪时首先要经过进潮口。Postma (1981)提供的资料说明，每年带入潮坪海的有机碎屑物一千万吨。Schwedhelm (1984)进而得出结论，潮坪的有机物质大多来源于产在北海里的浮游生物，其次来自陆源物质。

讨 论

汪额诺格岛后沉积物的矿物学和地球化学研究表明， $< 2 \mu\text{m}$ 的粘土组分内的粘土矿物以及重金属Fe、Mn、Cu、Pb、Zn的分布基本上是均匀的。由此可以认为，研究区内没有粘土矿物和重金属Fe、Mn、Cu、Pb、Zn的局部带入，而且潮坪沉积物在潮流作用下受到重复发生的侵蚀和沉积作用的掺和作用。

笔者在此对洪堡基金会表示感谢，她提供的资助使本文前两位作者能在联邦德国居留两年。笔者也感谢H.-E. Reineck教授，他提供了在森肯堡研究所从事研究工作的条件。B. Kause小姐和W. Ludwig先生在分析样品的过程中给予了很多帮助，在此一并致谢。

收稿日期1986年4月25日

参 考 文 献

- [1] Atterberg, A. 1912, Die mechanische Bodenanalyse und die Klassifikation der Mineralboden Schwedens, Int. Mitt. f. Bodenkunde, No.2, p. 312-342.
- [2] Baak, J.A. 1936, Regional petrology of the Southern North Sea. Diss. Univ. Leiden; Wageningen (Veeman & Zonen).
- [3] Behre, K.-E. & Dorjes, Irion, G. 1984, Ein datierter Sedimentkern aus dem Holozan der sudlichen Nordsee In "Probleme der Kustenforschung im sudlichen Nordseegebiet" Band 15, 135-148.
- [4] Biscaye, P.E. 1964, Am. Mineralogist, No.49, p. 1281-1289.
- [5] Biscaye, P.E. 1965, Geol. Soc. Am. Bull., No.76, p. 803-832.
- [6] Crommelin, R.D. 1940, Tijdschr. Kon. Nederl. Aardr. Gen., No.57, p.347-361.
- [7] Groot, A.J.De 1964, Dev. in Sedimentol., No.1 p.93-100.
- [8] Eisma, D. 1981, Spec. Publs. Int. Ass. Sediment., No.5, p.415-428.
- [9] Forstner, U. & Reineck, H.-E. 1974 Senckenbergiana marit., No.6(2), p. 175-184.
- [10] Gadow, S. & Scafer, A. 1973, Senckenbergiana marit., No.5, p.165-178.
- [11] Irion, G. & Schwedhelm, E. 1983, Heavy metals in surface sediments of the German Bight and adjoining areas, Internat. Conf. "Heavy Metals in the Environment", Heideberg Sept., 1983, p. 889-891, Edinburg (CEP Consultants Ltd.).
- [12] McCave, I.N. 1973, Mud in the North Sea, In: Goldberg, E.D.Hrsg., North Sea Science, p. 75-100, Cambridge, Mass.; London, Engl.

- [13] Mehra, O.P. & Jackson, M.L. 1960, Clays and Clay minerals, Proc. th Nat. Conf. No.7, p. 319-327.
- [14] Pratje, O. 1931, Biol. Anst. Helgoland, No.18.
- [15] Postma, H. 1961, Netherl. J. Sea res., No.1, p.148-190.
- [16] Postma, H. 1981, Mar. Geol. No.40, p.199-213.
- [17] Reineck, H.-E. & Gutmann, W.F. & Hertweck, G. 1967, Das Schlickgebiet sudlich Helgoland als Beispiel rezenter Schelfablagerungen, Senckenbergiana lethaea, 48 (3/4).
- [18] Reineck, H.-E. & Dorjes, J. & Gadow, S. & Hertweck, G. 1968, Senckenbergiana lethaea, No.49 (4), p.261-309.
- [19] Schwedhelm, E. & Irion, G. 1983, Heavy metal distribution in tidal flat sediments of the German part of the North Sea, From: International Conferece "Heavy Metals in the Environment - Heidelberg September 1983", CEP Consultants Ltd., Edinburg, UK - 1983, p.888-891.
- [20] Schwermetalle - Bioelemente in den Nordseewatten und der Jade und die Tonmineralverteilung in den Sedimenten der sudostlichen Nordsee, Doctor Dissertation.
- [21] Straaten, L.M.J.U. Van 1954, Leidse Geol. Meded., No. 19, p.1-110.
- [22] Straaten, L.M.J.U. Van & Kuenen, P.H. 1957, Geol. en Mijnbouw, N.S., No. 19, p.329-354.

SEDIMENTS DISTRIBUTED ON BACKSIDE TIDAL FLATS BETWEEN WAGEROOGE BARRIER ISLAND (NORTH SEA) AND MAINLAND, CLAY MINERAL, HEAVY METAL AND ORGANIC CARBON

Wang Shousong Chen Changming

(Institute of Geology, Academia Sinica, Beijing)

Irion G.

(Institute of Marine Geology and Marine Biology Senckenberg,
West Germany)

Abstract

The aim of the present investigation is to demonstrate the mineralogy and geochemistry of the tidal flat microenvironment in a restricted area and to reveal their variation caused by sedimentation processes.

The sedimentary samples taken from different places of the backside tidal flats between the Wagerooqe barrier island and the mainland south coast, West Germany are used for grain size analysis and measurement of heavy metals; Fe, Mn, Cu, Pb,

Zn and organic carbon. These samples are representative of the average characteristics of sedimentary column of 20cm depth under tidal surface.

The grain size distribution on the tidal flats shows a general mainland-parallel zonation. The north salt marsh near the barrier island contains a plenty of sands blown from barrier island sand dune. Clay mineral composition and the content of heavy metals: Fe, Cu, Mn, Pb, Zn in $< 2\mu\text{m}$ fine fraction are almost equal in different places of the tidal flats. It indicates that there is no local input of them and tidal flat sediments have suffered the sufficient mixing induced by repeated erosion and resedimentation under the effect of tidal currents. In addition, in all samples illite as a dominant clay mineral is followed by smectite, kaolinite and chlorite, which corresponds to clay mineral association found in the North Sea. In the north and south salt marshes, there is the highest organic carbon content, which may be probably related to the in site formation. Near the tidal inlet organic carbon content increases relatively because most of organic carbon come from the North Sea with tidal currents through the inlet.