帕里西维拉海盆西北部表层沉积物中粘土 矿物的分布特征及物源分析^{*}

靳宁^{1,2}**李安春**¹**刘海志**³**孟庆勇**^{1,2}**万世明**¹**徐兆**1,² (1. 中国科学院海洋研究所海洋地质与环境重点实验室 青岛 266071; 2. 中国科学院研究生院 北京 100049; 3. 中海油服物探事业部 天津 300451)

提要 应用 X 射线衍射 (XRD) 方法对菲律宾海帕里西维拉海盆西北部的 257 个表层沉 积物样品<2µm 粘土组分进行了分析。结果表明,本研究区粘土矿物的组合特点是伊利石含 量最高(平均含量 47%),蒙皂石含量次之(平均含量 35%),高岭石和绿泥石含量均很低(平均 含量小于 10%)。根据该区表层粘土矿物中伊利石、蒙皂石相对含量的分布,可以大体上分 为两种含量组合类型,据此也可以划分出两个组合分区: 。富伊利石分区,主要位于帕劳 海脊和帕里西维拉海沟之间的大部分区域的地形平坦处; 富蒙皂石分区、主要位于研究 区东部帕里西维拉海沟附近和南部零星区域。根据粘土矿物的平面分布特征、结合个别样品 的扫描电子显微镜(SEM)和 X 射线能谱(EDS)分析、认为伊利石主要来源于研究区以西陆地 及周边岛屿。伊利石的化学指数和结晶度指数表明、伊利石形成于物理风化较强的气候环境 并可能与中国内陆黄土有关系,区内大部分蒙皂石具有富铁并含少量镁的特征,基性火山物 质的蚀变是其主要成因、高岭石和绿泥石以陆源为主、风力的吹扬是研究区伊利石物质来源 的主要输送方式,洋流作用对粘土矿物,尤其是蒙皂石矿物的分布具有一定影响。 粘土矿物、分布特征、矿物组合、物源、帕里西维拉海盆、菲律宾海 关键词 中图分类号 P731

粘土矿物是海洋沉积物中广泛分布的一类 矿物,也是深海沉积物的主要成分(张富元等, 2006)。粘土矿物分布特征、含量变化、组合规律 的研究,对阐明其物质来源、沉积环境及气候变 化具有重要意义。

帕里西维拉海盆位于菲律宾海的东部, 迄今 研究程度较低。虽然前人对菲律宾海的沉积物中 粘土矿物做过一些研究, 但只涉及西菲律宾海盆 (张德玉, 1993; 石学法等, 1995)、马里亚纳海槽 (张德玉, 1993,1994)和四国海盆(Chamley, 1981) 等区域。Kolla 等(1980)对整个菲律宾海盆的表层 粘土矿物的分布和物质来源做过讨论。20 世纪 70 年代初, 美国 Lamont-Doherty 地质调查所和 Scripps 海洋研究所曾在该海域进行过调查。在此后 的 30 多年时间里,一直没有执行过大规模的系 统调查研究,关于粘土矿物的资料少见报道。本文 中作者拟通过研究区表层沉积物中粘土矿物的分 析,对帕里西维拉海盆西北部海域表层沉积物中 粘土矿物的分布特征作较为详细地阐述,并根据 粘土矿物相对含量的分布及其组合类型,进而对 粘土矿物的成因和物质来源进行讨论。

1 研究区概况

研究区位于东菲律宾海的帕里西维拉海盆 西北部,平均水深在 4800m 左右(图 1)。研究区 所在的帕里西维拉海盆是一个已停止扩张的弧后 盆地,东邻西马里亚纳海脊,北接四国海盆,西 连帕劳海脊,南部是复杂的岛弧、海沟和断裂带 系统。盆地形成晚于伊豆-小笠原-马里亚纳沟弧系

^{*}中国科学院知识创新工程重要方向项目, KZCX2-YW-211; 国家自然科学基金重点项目, 90411014 号和国家自然 科学基金面上项目, 40576032 号。靳宁, E-mail: ningjin2087@126.com

通讯作者: E-mail: acli@ms.qdio.ac.cn

收稿日期: 2006-01-09, 收修改稿日期: 2007-07-15

统的形成(Sdrolias *et al*, 2004), 大约为 17—18 Ma B.P.(Mrozowski *et al*, 1979)。海底地形总体趋 势西高东低, 中部地势起伏变化不大。海盆中央 有一南北向的裂谷, 被称为帕里西维拉裂谷, 这 一裂谷是帕里西维拉海盆扩张轴的位置。沉积物 主要为黄褐色、红褐色或褐色深海粘土。大部分 站位有表层浮泥, 黄褐色、手感细腻、无粘性或 弱粘性, 可塑性差, 无特殊气味。对 206 个表层 沉积物的 pH 和 Eh 值的测试及计算结果表明:表 层沉积物的 pH 值变化不大, 平均为 7.43, 基本上 为弱碱性的环境; Eh 值平均为 124.4mV, 反映了 一种弱氧化的环境。



图1 研究区位置图 Fig.1 Location of the study area

2 材料和方法

本文中所利用样品均由中国科学院海洋研 究所"科学一号"海洋调查船于 2002—2004 年期 间在帕里西维拉海盆内的取得,对 257 个表层样 品做了 XRD 分析,个别样品进行了 SEM+EDS 形 貌观察与元素分析。

取沉积物原样 1—2 cm^3 加入 10% H₂O₂ 除去 有机质后, 经蒸馏水稀释去盐至产生抗絮凝作用, 转入烧杯依据 STOKES 定律提取<2um 粘土组分、 制成自然风干的定向片(N片), 上 X 射线衍射仪 测试后,使用同一定向片进行乙二醇饱和(EG 片 12h), 并对个别典型乙二醇饱和片加热至 60 550 (T片 2h)再上 X 射线衍射仪测试。XRD 测 试在中国科学院海洋研究所完成、使用仪器为德 国布鲁克公司生产的 D8 Advance 粉晶 X 射线衍 射仪、仪器工作条件为: CuKa 辐射、电压 40kV、 电流 40mA, 步长 0.02°, 步频 0.5s/step, 扫描范围 3°—30°(20)。粘土矿物相对含量的半定量计算据 Biscaye(1965)的方法,即选用乙二醇饱和片衍射 图谱上蒙皂石(17Å)、伊利石(10Å)、绿泥石和高 。岭石(7Å)四种矿物的三个特征峰的峰面积作为基 础数据进行计算,其强度因子分别为1、4、2,绿 泥石和高岭石的含量比例以 25°(20)左右 3.54Å/3.57Å 附近的衍射峰面积比值求得、四种 粘土矿物的总含量校正为 100%。同时, 利用乙二 醇曲线计算伊利石和蒙皂石的矿物学特征、伊利 石化学指数为 5Å/10Å 的峰面积比, 比值<0.5 代 表富 Fe-Mg 伊利石, 比值>0.5 代表富 Al 伊利石 (刘志飞等, 2003; Esquevin, 1969)。伊利石的结晶 度为 10Å 峰的半峰宽, 低值代表结晶度高, 指示 物源区水解作用弱,为干冷气候条件(刘志飞等, 2003; Chamley, 1989; Krumm et al, 1991), 此参数 可以示踪物源区和搬运路径。

沉积物原样用浓度为 1%左右的稀盐酸处理 后(去除附着在矿物颗粒表面的碳酸钙溶质),加 入 10%H₂O₂除去有机质后,用蒸馏水稀释去盐并 烘干,用无水乙醇将样品稀释并经过超声波震荡 后,上样品台镀铂后待扫描电子显微镜观察。 SEM 和 EDS 分析在青岛科技大学纳米材料研 究所完成,使用仪器为日本电子公司生产 JSM-6700F 冷场发射电子显微镜(最小分辨率达 1nm,工作电压 16KV)及英国 Oxford-Instrument 公司的 INCA Energy 能谱仪和 X-sight Si(Li)探 测器。

3 结果

3.1 表层粘土矿物的 XRD 分析

通过对本区表层粘土矿物的 XRD 分析,在 自然定向片粘土矿物的 X 射线衍射图谱(图 2)上 可以看到 14Å、10Å、7Å、5Å、4.7Å、3.5Å 和石 英(3.3Å)、长石(2.8Å)衍射峰。10Å、5Å 反射峰清

晰明显、是伊利石存在的反映、经乙二醇饱和处 理后、特征峰位置和强度无明显变化。当加热至 550 后,由于蒙皂石层间距收缩,衍射峰强度 有所增强。蒙皂石和绿泥石的混合叠加峰在自然 定向片的衍射图谱上显示为一系列的基面反射峰 (~15Å 附近), 在乙二醇饱和处理后, 特征峰分 异为 17Å 蒙皂石衍射峰、14Å 绿泥石衍射峰。这 是蒙皂石矿物在经乙二醇饱和后膨胀, 衍射峰前 移至 17Å 的结果,这也证实了蒙皂石的存在。 经 550 加热处理后, 17Å 衍射峰完全消失。高岭石 和绿泥石矿物在自然定向片图谱上都出现了 7Å、 3.5Å 两个特征峰、3.5Å 特征峰出现了双峰现象、 说明了两种矿物的同时存在。经加热处理后,高 岭石矿物变成非晶质物质而消失。大部分样品绿 泥石的第一级和第三级基面反射较弱,而第二级 和第四级基面反射较强,说明绿泥石有富铁的特 征(杨雅秀等, 1994)。





N: 自然曲线; EG: 乙二醇饱和曲线(60 12h); T: 加热 曲线(550 2h)

Fig.2 Typical XRD spectra of surface sediment in station 100811 at depth of 4875m
N: normal sample; EG: sample glycolated (60 , 12h); T: sample heated (550 , 2h)

3.2 粘土矿物相对含量分布特征 研究区域内<2μm 粒径的矿物组分主要由伊 利石、蒙皂石、高岭石、绿泥石四种粘土矿物和

一定量的石英、长石等非粘土矿物组成。其中,伊 利石(平均 47%)和蒙皂石(平均 35%)构成主要成 分,绿泥石(平均 10%)和高岭石(平均 7%)为次要 成分(图 3)。对比 Kolla 等(1980)在菲律宾海的表 层粘土矿物研究,本研究区域内主要粘土矿物含 量与其所得结果十分接近。

研究区内伊利石含量平均值最高,变化范围 为 13%—70%,含量值集中在 40%—60%之间。 伊利石总体分布规律是由北西向南东逐渐递减。 区内北部、中部含量大于 40%,而东部靠近帕里 西维拉海沟周边及南部零星区块含量小于 30%。

区域内蒙皂石含量的平均值稍低于伊利石, 为 35%, 变化范围较大为 10%—80%, 含量值集 中在 20%—45%区间内。高值区主要分布在东部 帕里西维拉海沟附近和南部零星区域, 低值区主 要分布在研究区的北、中部。

高岭石和绿泥石分布规律不明显,大致呈斑 块状分布,二者之间分布相关性也较差。区内高 岭石含量变化范围为2%—14%,平均含量为7%。 中部几个斑状区块高岭石含量值较高,东部含量 值较低,可隐约看出由西向东有递减的趋势;区 内绿泥石含量变化范围为3%—19%,平均含量 为10%。高值区与低值区没有明显的分带性,杂 乱地间隔存在。

据粘土矿物含量半定量计算结果,本区伊利 石含量高于蒙皂石含量,但个别站位出现相反现 象。总体趋势是在地形较低处,即水深处,蒙皂 石含量高而伊利石含量较低;在地势较高处,二 者含量与上述情况相反。高岭石和绿泥石分布规 律不明显,二者之间相关性也较低。

3.3 扫描电子显微镜(SEM)观察和 X 射线能谱 (EDS)分析

电子显微镜能够清晰地观察到矿物表面 的微形貌特征,通常矿物形成的环境特征在其 形貌上都有所表现,这可为研究矿物的形成及 其来源提供直接证据。本文中作者对个别站位 表层样品做了 SEM 观察,镜下观察大部分矿物 颗粒是伊利石或蒙皂石矿物。对单个矿物颗粒做 化学分析,尤其是<2μm 粒级的矿物颗粒,根据 粘土矿物 EDS 数据,给出粘土矿物的种类命名 (表 1)。



图 3 研究区四种主要粘土矿物相对百分含量平面分布图 Fig.3 The horizontal distribution of 4 major clay minerals in surface sediments in %

Tab.1The results of EDS analysis on single clay mineral particles (%)										
EDS 测点	Na ₂ O	MgO	Al_2O_3	SiO_2	K ₂ O	CaO	TiO ₂	MnO	Fe ₂ O ₃ (FeO)	矿物分类
090514-1	11.8	2.8	7.3	69.2	0.6	0.2	0.0	0.0	8.1	蒙皂石
090514-2	9.1	2.9	16.5	59.4	0.5	6.7	1.1	0.0	3.7	蒙皂石
100304-1	2.7	2.3	15.8	51.6	0.9	9.6	0.7	0.8	15.6	蒙皂石
100304-3	5.4	0.6	19.1	67.1	5.1	0.2	0.4	0.0	2.1	伊利石
100304-5	4.3	0.0	13.0	75.8	5.8	0.7	0.4	0.0	0.0	伊利石
100304-7	5.6	2.9	13.8	64.7	2.1	0.5	0.0	0.0	10.4	蒙皂石
100608-1-2	3.5	1.5	7.7	75.4	1.1	0.3	0.3	0.0	10.3	蒙皂石

表 1 粘土矿物单颗粒 EDS 分析结果(%)

4 讨论

4.1 粘土矿物组合类型及分区

根据该区表层粘土矿物中伊利石、蒙皂石含 量的分布,可以大体上分为富伊利石和富蒙皂石 两种含量组合类型,据此也可以划分出两个组合 分区(图 4): I.富伊利石分区,属伊利石含量高 值区,平均达到 55%左右,蒙皂石含量较低,平 均只有25%左右,高岭石和绿泥石的含量均较低, 平均含量小于 10%,主要位于帕劳海脊和帕里西 维拉海沟之间的大部分区域的地形平坦处; II.富蒙皂石分区,属蒙皂石含量高值区,平均值 大约为 50%,伊利石含量较低,平均值在 30%左 右,高岭石和绿泥石均不到 10%,主要位于研究 区东部帕里西维拉海沟附近和东南部零星区域。







Tab 2 The

4.2 粘土矿物成因及物源分析

通过对部分典型样品的 SEM+EDS 分析, 结

合粘土矿物的分布特征,可以判定陆源碎屑矿物 和洋底火山物质都是区内粘土矿物的来源,风力 的吹扬是研究区伊利石物质来源的主要输送方 式。洋流对粘土矿物,尤其是蒙皂石矿物的分布 具有一定影响。

4.2.1 伊利石 一般来说,伊利石是粘土矿物 中最稳定的物相,是海洋沉积物中最常见的粘土 矿物。伊利石可以在不同的气候条件和不同的碱 性环境中形成,是典型的风化产物。本研究区内, 伊利石平均含量最高,达到 47%左右。由表 2 可 以清楚地说明,大部分伊利石来源于研究区以西 及西北周围陆地。东海—冲绳海槽—西菲律宾海 盆—本研究区(帕里西维拉海盆)—马里亚纳海沟 一线,伊利石相对含量变化趋势是递减的,这与 研究区内伊利石由北西向南东逐渐递减的分布趋 势是一致的。

目前比较普遍地认为伊利石主要来自陆地, 风的吹扬为其主要输送方式。伊利石可能是东亚 冬季风从中亚干旱地区携带的细粒物质的重要部 分(Arnold *et al*, 1998; Pettke *et al*, 2000)。分析粘 土矿物的矿物学特征得出,伊利石化学指数变化 范围为 0.17—0.61,平均值为 0.34(<0.5),表明主 要为富 Fe-Mg 伊利石;伊利石结晶度变化范围为 0.21°—0.47°Δ2θ 之间,平均为 0.30°Δ2θ,而在中 国内陆黄土和古土壤中的伊利石结晶度的变化区 间分别为 0.22°—0.33°Δ2θ 和 0.22—0.42°Δ2θ(Ji *et al*, 1999),说明研究区的伊利石来源与中国内陆 的黄土可能有关联,也说明了伊利石形成于物理 风化较强的气候环境。

在 SEM 镜下观察,本研究区伊利石大部分呈 不规则片状(图 5a),边缘为磨圆度较好的薄片状(图 5b),未见边缘有"细针"的伊利石(秦蕴珊等,1987), 这也说明本区伊利石并非为自生成因,因此可以 认为帕里西维拉海盆的伊利石是来自陆源的。

4.2.2 蒙皂石 目前研究表明,大洋沉积物中的蒙皂石矿物的成因主要是海底基性火山物质经

表 2	研究区	人周辺し	と域粘土	:矿物;	相灯含量	1半均]值灯	tĽ		
comparison	in clay	mineral	content	from t	he study	area	and it	s surrou	nding	areas

100.2	The comparison in c	ay mineral content noi	in the study area and its suit	ounding areas
研究区域	伊利石%	蒙皂石%	高岭石%+绿泥石%	数据来源
冲绳海槽	61	25	13	(李国刚, 1990)
西菲律宾海盆	56	24	20	(张德玉, 1993)
	50	25	25	(Kolla et al, 1980)
四国海盆	60	15	25	(Nagel et al, 1982)
本研究区	47	35	18	本文
马里亚纳海槽	10	80	10	(张德玉, 1993)
	15	75	10	(Kolla et al, 1980)

© 1994-2013 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

长时间海解作用形成(石学法等, 1995; 张德玉, 1993, 1994; Kolla *et al*, 1980)。石学法等(1995)研 究发现,在以陆源物质为主要来源的海域,蒙皂 石的相对含量一般不超过 20%,而本研究区其平 均含量达到 35%,个别区域在 50%以上,而且在 采集样品过程中,凡是火山玻璃丰富的站位,蒙 皂石相对含量的结果往往很高,这说明蒙皂石的 成因和物源与火山物质有极密切的关系。本研究 区及周边区域的火山活动曾经十分频繁,尤其在 近 NW 向的构造扩张中心附近,火山活动经常发 生。研究区内表层沉积环境呈弱碱、弱氧化性,火 山物质在此环境下很容易蚀变成蒙皂石矿物。

根据 EDS 数据(表 1),本区大部分蒙皂石矿物

含 Fe₂O₃(FeO) 8.1%—15.6%,含 MgO1.5%—2.9%。 已有研究证明,海洋沉积物中"自生成因"的蒙皂 石矿物的化学成分富含铁及少量镁(Aoki *et al*, 1991a, 1991b, 1992;何良彪, 1986)。从 SEM 观察 结果看,区内蒙皂石矿物边缘模糊,大多呈薄片 状、花朵状、蜂窝状(图 5c,d,e)明显具有火山物质 的特点。但也有部分颗粒与上述不同,呈边缘清楚、 磨圆度较好的片状,具有陆源蒙皂石特征(图 5f)。

根据蒙皂石相对含量的分布特征,说明该矿 物主要形成于帕里西维拉海沟内,并为蒙皂石的 成因提供了证据。蒙皂石南北相对含量明显不同。 在北部区域这可能是由于陆源物质的输入产生的 稀释作用而导致相对含量减低;在南部零星区域



图 5 粘土矿物的 SEM 照片 Fig. 5 The SEM photographs of clay minerals © 1994-2013 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net 可能是由于区域内由东向西的太平洋北赤道流的 作用下(张弦等, 2004),大量的富含火山物质的沉 积物被携带进入南部区域所致。

4.2.3 绿泥石和高岭石 本区绿泥石和高岭 石含量都不高,分布特征不是很明显。根据上述 XRD 图谱特征证明,本区绿泥石具有富铁特征, 说明该种绿泥石矿物和伊利石同样来自于陆源, 典型的中国内陆黄土中的绿泥石就具有富铁特 征。高岭石一般为低纬度地区的产物,多为长石 淋滤风化而成。但在中高纬度地区的土壤和黄土 中也存在一定量的高岭石。大洋中的高岭石一般 都是来自陆地。

5 结论

研究区内粘土矿物含量的组合特点是伊利 石含量最高,蒙皂石含量次之,高岭石和绿泥石 含量低而且含量变化没有规律。粘土矿物含量表 明,蒙皂石(含量变化范围在 10%—80%,平均含 量为 35%)和伊利石(含量变化范围在 13%—70%, 平均含量为 47%)构成主要成分,绿泥石(含量变 化范围在 3%—19%,平均含量为 10%)和高岭石 (含量变化范围在 2%—14%,平均含量为 7%)构 成次要成分。

根据该区表层粘土矿物中伊利石、蒙皂石含 量的分布,可以大体上分为富伊利石和富蒙皂石 两种含量组合类型,据此也可以划分出两个组合 分区: . 富伊利石分区,主要位于帕劳海脊和 帕里西维拉海沟之间的大部分区域的地形相对平 坦处; . 富蒙皂石分区,主要位于研究区东部 帕里西维拉海沟附近和东南部零星区域。

根据粘土矿物的平面分布特征,结合 SEM+EDS结果,认为伊利石主要来源于研究区以 西陆地及周边岛屿。伊利石的化学指数和结晶度 指数表明,伊利石形成于物理风化较强的气候环 境并可能与中国内陆黄土有关系;区内大部分蒙皂 石具有富铁并含少量镁的特征,基性火山物质的蚀 变是其主要成因;高岭石和绿泥石也以陆源为主。

致谢 中国科学院海洋研究所科学一号轮全体成员和"西太平洋环境调查"考察队员在2002—2004年期间为采集样品付出了辛勤劳动,中国科学院海洋研究所蒋富清博士在实验过程中提出宝贵意见,中国科学院海洋研究所尹学明高级工程师在 XRD 分析中给予悉心指导,谨致谢忱。

参考文献

- 石学法,陈丽蓉,李坤业等,1995.西菲律宾海西部海域 粘土沉积物的成因矿物学研究.海洋地质与第四纪 地质,15(2):61—71
- 刘志飞, Trentesaux A, Clemens S C 等, 2003. 南海北坡 ODP1146 站第四纪粘土矿物记录: 洋流搬运与东亚 季风演化. 中国科学(D辑), 33 (3):271—280
- 何良彪, 1986. 中太平洋西部深海沉积物中的火山碎屑与 粘土矿物. 科学通报, 31(6): 450—461
- 张 弦, 俞慕耕, 江 伟等, 2004. 菲律宾海及其邻近海区的水文特征. 海洋通报, 23(1): 8—14
- 张德玉, 1993. 马里亚纳海槽和西菲律宾海盆更新世 以来沉积物中的粘土矿物. 沉积学报, 11(1): 111—120
- 张德玉, 1994. 马里亚纳海槽区粘土矿物组成及分布特征. 黄渤海海洋, 12(2): 32—39
- 张富元,李安春,林振宏等,2006. 深海沉积物分类与命 名. 海洋与湖沼,37(6):517—523
- 李国刚, 1990. 中国近海表层沉积物中粘土矿物的组成、 分布及其地质意义. 海洋学报, 12(4): 470—479
- 杨雅秀, 张乃娴, 苏昭冰等, 1994. 中国粘土矿物. 北京: 地质出版社, 143—150
- 秦蕴珊,赵一阳,陈丽蓉等,1987.东海地质.北京:科学 出版社,81—92
- Aoki S, Kohyama N, Ishizuka T, 1991a. Sedimentary history and chemical characteristics of clay minerals in cores from the distal part of the Bengal Fan (ODP 116). Marine Geology, 99(1-2): 175-185
- Aoki S, Kohyama N, 1991b. The vertical change in clay mineral composition and chemical characteristics of smectite in sediment cores from the southern part of the Central Pacific Basin. Marine Geology, 98(1): 41–49
- Aoki S, Kohyama N, 1992. Modern sedimentation in the Japan Trench: implications of the mineralogy and chemistry of clays sampled from sediment traps. Marine Geology, 108(2): 197–208
- Arnold E, Merrill J, Leinen M et al, 1998. The effect of source area and atmospheric transport on mineral aerosol collected over the North Pacific Ocean. Global and Planetary Change, 18(3—4): 137—159
- Biscaye P E, 1965. Mineralogy and sedimentation of recent deep sea clay in the Atlantic Ocean and adjacent sea and oceans. Bulletin of the Geological Society of America, 16: 803–832
- Chamley H, 1981. Clay sedimentation in Shikoku Basin since the Middle Miocene(North Philippine Sea,Leg 58). Initial Report of Deep Sea Drilling Project, 58: 669–678
- Chamley H, 1989. Clay Sedimentology. Berlin: Springer, 1-623
- Esquevin J, 1969. Influence de la composicion chimique des illites sur-cristallinite. Bull Centre Rech Rau-SNPA, 3(1): 147-153
- Ji J, Chen J, Lu H, 1999. Origin of illite in the loess from the

Luochuan area, Loess Plateau, Central China. Clays and clay minerals, 34: 525-532

- Kolla V, Nadler L, Bonatti E, 1980. Clay mineral distributions in surface sediments of the Philippine Sea. Oceanologica Acta, 3(2): 245–250
- Krumm S, Buggisch W, 1991. Sample preparation effects on illite crystallinity measurements: grain size gradation and particle orientation. Journal of metamorphic geology, 9: 671—677
- Mrozowski C L, Hayes D E, 1979. The evolution of the Parece Vela Basin, eastern Philippine Sea. Earth and Planetary Science Letters, 46(1): 49–67
- Nagel U, Muller G, Schumann D, 1982. Mineralogy of sediments cored during Deep Sea Project Leg 58—60 in the North and South Philippine Sea:Results of X-ray Diffraction Analyses. Initial Report of Deep Sea Drilling Project, 60: 415—435
- Pettke T, Halliday A N, Hall C M *et al*, 2000. Dust production and deposition in Asia and the north Pacific Ocean over the past 12 Myr. Earth and Planetary Science Letters, 178(3-4): 397-413
- Sdrolias M, Roest W R, Muller R D, 2004. An expression of Philippine Sea plate rotation: the Parece Vela and Shikoku Basins. Tectonophysics, 394(1--2): 69--86

CLAY MINERALS IN SURFACE SEDIMENT OF THE NORTHWEST PARECE VELA BASIN: DISTRIBUTION AND PROVENANCE

JIN Ning^{1,2}, LI An-Chun¹, LIU Hai-Zhi³, MENG Qing-Yong^{1,2}, WAN Shi-Ming¹, XU Zhao-Kai^{1,2}

(1. Key laboratory of Marine Geology and Environment, Institute of Oceanology, Chinese Academy of Sciences, Qingdao, 266071; 2. Graduate School, Chinese Academy of Sciences, Beijing, 100049; 3. China Oilfield Services Limited, Tianjin, 300451)

Abstract The mineralogy, composition, distribution, and provenance of clay minerals in surface sediments in the northwest Parece Vela Basin, the Philippine Sea, were studied. 257 surface sediment samples were analyzed using XRD, and several samples were analyzed using SEM and EDS techniques. Illite, kaolinite, smectite, and chlorite were the main clay components. Surface morphology and chemistry of single clay mineral particle were studied with SEM. The results indicate that, illite is the most abundant for 47%; smectite 35%; and both kaolinite and chlorite were 10%. Two clay mineral assemblages can be recognized in the study area as in Province — where illite was enriched in flat seafloor between the Palau Ridge and the Parece Vela Rift, and Province — where smectite was enriched in the eastern part as well some patches in the south. Provenance study shows that illite was derived mainly from the East Asia continent and nearby islands, so were kaolinite and chlorite, while most smectite were originated from submarine basalt alteration. Wind was the main agent for transporting illite from land to ocean, and also ocean currents that influenced the distribution of the clays, especially the smectite.

Key words Clay minerals, Distribution characters, Mineral assemblage, Provenance, Parece Vela Basin, Philippine Sea