

鄂尔多斯盆地西、南缘奥陶系滑塌堆积

张 抗

(地质矿产部石油地质研究所, 北京)

摘要 鄂尔多斯盆地西、南缘中、上奥陶统发育有各种重力流沉积, 其中含有巨大砾石或外来体。后者可呈不规则长园状和似层状, 规模可达十至数十米, 甚至百米左右。本文讨论了这种特殊沉积的岩性特征、层位和空间组合关系以及成因, 认为它是一种滑塌堆积, 它形成于拉张构造背景下的大陆边缘陡坡带, 滑塌作用形成了大砾石和外来体, 重力流是其搬运的载体。

关键词 鄂尔多斯 中、上奥陶统 平凉群 香山群 重力流 滑塌堆积

作者简介 张抗 男 50 岁 硕士 高级工程师 油气勘探 大地构造

鄂尔多斯盆地西、南缘中、上奥陶统碎屑岩中发育了一套岩性特殊的重力流沉积(图 1)。笔者在 1973、1980 年两次专题研究后认为它属 Olistostrome 但当时译为“泥砾混杂岩”^① 此后, 地矿部三普在渭北西段对唐王陵组作了系统的工作(陈万川等, 1984), 梅志超等(1986)在渭北东段金粟山一带发现中—上奥陶统碳酸盐岩, 它们都发育有含“巨大砾石”的特殊砾岩。本文在近年来工作的基础上讨论其特征和成因。

一、岩性特征

1. 按“砾石”大小分级

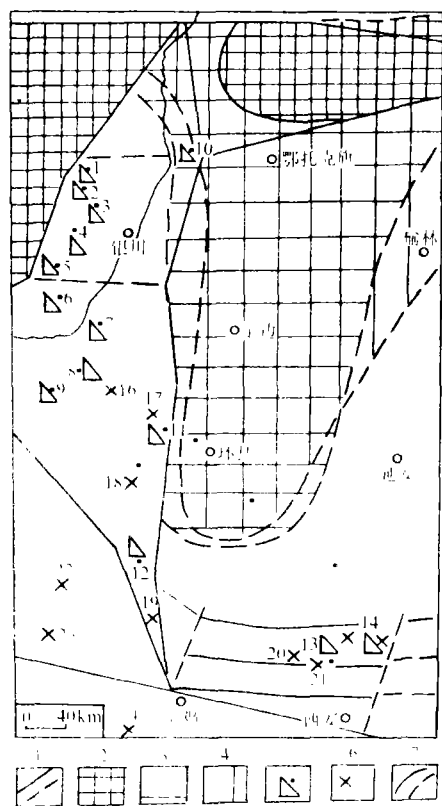
滑塌堆积最明显的特征是细碎屑或碳酸盐基质中杂乱分布些特别大的“砾石”。按其大小可分为四级: I. 厘米至分米级, 大者可达数十厘米, 多数砾石呈次棱角—次圆状; II. 米级, 一般呈不规则的次圆状, I、II 级常可共存于一层或一套砾岩内; III. 十至数十米级, 多呈不规则的长条状; IV. 级, 近百米或更大些, 常呈似层状或不规则的透镜状, 有时呈巨大岩块(图 3·B、图 4·B)可出现轻微扭曲(图 2·A—C)。后两级可与前两级共生, 也可单独出现于基质中, “砾石”的大小和密度横相变化很大。从规模上看, I、II 级者还可勉强归入“巨砾”或“漂砾”, 但数十、甚至百米者却超出了一般砾石的概念, 它们与基质不是“同源的”, 而往往是“外来的”。为了斜述和讨论方便, 可以把 I、II 级称为砾石、而把 III、IV 级称外来体。

2. 岩石组成

滑塌堆积中的基质多数为细碎屑岩(泥岩、粉砂质泥岩、粉砂岩), 它们常轻微变质为浅

^①张抗、张茂胜, 1981, 对贺兰山区米钵山组泥砾混杂岩的初步认识

灰绿色、灰色板岩,少数为千枚岩;部分基质为硬砂质砂岩或砂砾岩,但在贺兰山大战场均西南(科学山西麓)和渭北富平金粟山却见基质为碳酸盐岩(图2、4),可为泥质白云岩。



- 1 早古生代基底断裂 2. 下古生界缺失区 3. 上二叠统上部和下奥陶统下部(治里—亮甲山阶)缺失 4. 中奥陶统缺失区 5. 滑塌堆积 6. 发现上奥陶统地点 7. 地层分布边界(虚线推测性更强) 图内数字为资料点号: 1. 庙沟梁子 2. 呼吉尔台 3. 山子沟 4. 白杨沟 5. 大战场 6. 香姆脱勒 7. 生首山 8. 孤山 9. 米钵山 10. 拉什仲 11. 石板沟 12. 平凉街 13. 唐王陵 14. 金粟山 15. 青山 16. 姜家湾 17. 银洞沟 18. 景福山 19. 泾河东庄 20. 桃曲坡

图1 鄂尔多斯盆地西缘及南缘下古生界及滑塌堆积分布示意图

Fig. 1 Sketch showing distribution of olistostrome and Pz strata in west and south-west edges of Ordos Basin

砾石或外来体的成分较复杂并与其规模大小有一定关系。I、II级以碳酸盐岩居多,有少量砂岩、粉砂岩和板岩。碳酸盐岩砾石中以白云岩为主,可见泥质网纹或条带白云(灰)岩和泥灰岩、鲕状灰岩、竹叶状白云(灰)岩、硅质条带白云岩(有的外来体中硅质条带呈同心圆状分布,长径可达数米,见图4.C)。此外,有些砾石或外来体本身就是砾岩(图3.D、图4.C、E)。III、IV级的外来体成分较单调,大部分为白云岩(包括砾状白云岩)、灰岩,少量石英岩。

3. 基质和砾石及外来体的关系

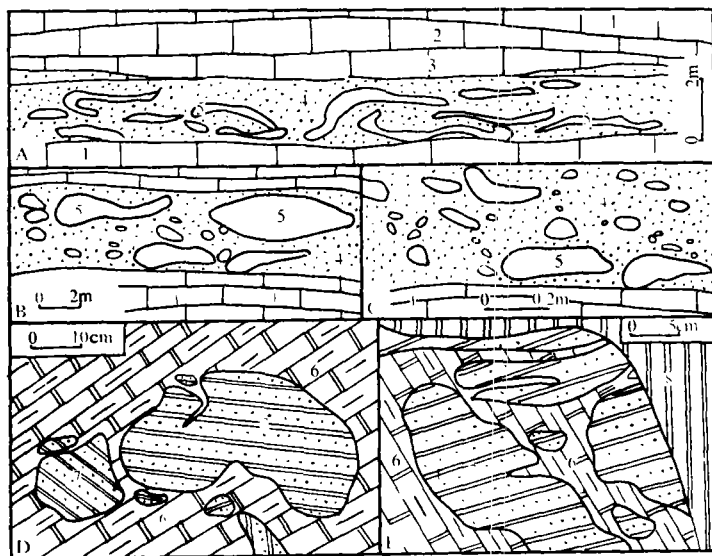
在大套碎屑岩中,滑塌堆积往往呈夹层出现,可与上下地层过渡渐变,如米钵山西麓,在一套以碎屑岩为主的地层中,向上渐出现砾岩,砾石的百分含量及直径的变化虽有起伏,但总趋势是砾径增大,由以I、II级为主,向上III级渐增多,在较高层位以III、IV级为主时,砾石的含量反而锐减,乃至I、II级消失,但在不少情况下滑塌堆积往往与下伏层间有较明显的界线,甚至有切层冲蚀现象,如唐王陵组第三段(硅化白云岩段)和富平金粟山的上奥陶统中(梅志超,1986)。

绝大多数的砾石或外来体与基质间界线分明,个别砾石可有破碎,碎块似与“母体”间无

大的分离, 基质呈脉状贯入砾石之中 (图 2.D.E)。

4. 外来体的确定

(1) 在剖面观察中发现“砾石”可逐渐增大, I、II级中可夹有III级, III、IV级间也有过渡和共生现象, 甚至有时四个级别者共生于一套地层中 (图 4.A)。



A、B、C 为富平金粟山上奥陶统 (据梅志超照片, 笔者素描)

D、E 为贺兰山大战场科学山西侧 (笔者野外素描)

1. 薄板状粉屑泥晶灰岩 2. 块状含粘土质粉屑泥晶灰岩 3. 泥晶砂屑灰岩 4. 含杂乱角砾石灰岩 5. 砾石, 成分主要为薄板状及纹层状粉屑泥晶灰岩或泥晶粉屑灰岩, 个别为黑色纹层状燧石层 6. 泥质白云岩的基质 7. 石英岩砾石 8. 露头的第四系覆盖

图 2 碳酸盐岩层中的滑塌堆积素描图

Fig. 2 Sketch showing olistostrome in carbonate strata

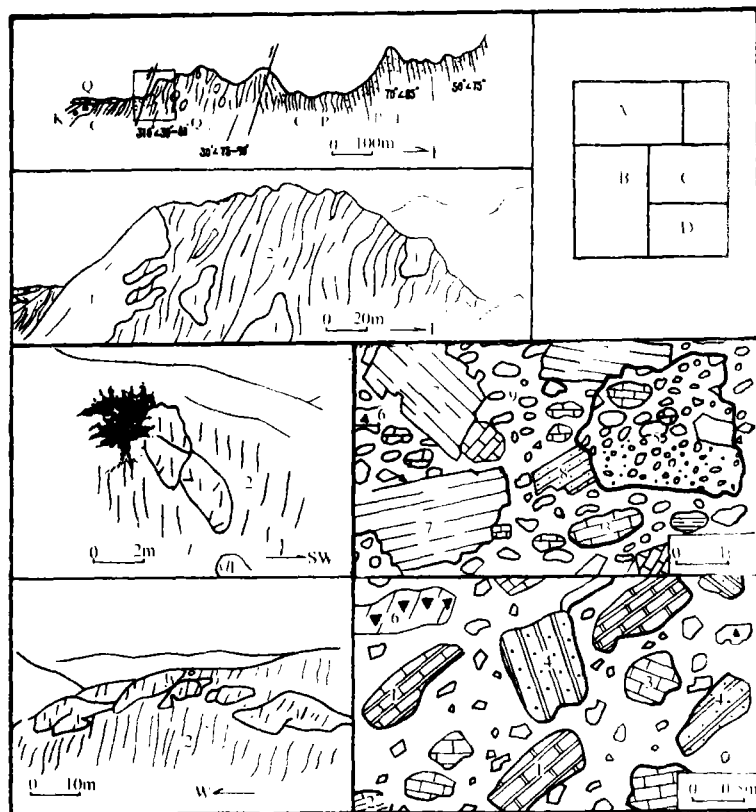
(2) 外来体与基质沉积构造 (如层理) 的关系不完全协调, 不少地方出现“顶牛”现象, 如贺兰山庙台梁子, 外来体的端部并不呈尖灭状而且具分叉, 外来体的外廓与基质层理明显不协调 (图 3.B)。

(3) 外来体可排列成斜列状、旋涡状 (图 3.B), 这些很难用沉积夹层或沉积层构造的透镜体来解释。某些长数十米、百米左右的似层状外来体是“无根”的, 它们沿层面很快消失 (图 4.A-C)。当其出现在山头、山脊上时, 远看象是“飘浮”在基质上似的 (图 3.C)。

(4) 外来体的岩性、形状、大小各异, 特别是它们与基质间的“粒度”的明显差异, 说明它们不是类似沉积环境的产物。它们的物质来源有所不同。

(5) 滑塌堆积所在地层并没受过强烈的动力改造, 不见线性褶皱和密集的压性断裂, 多呈断块单斜。一般说来, 这种构造环境并不能使岩层产生大规模的构造透镜体化。外来体的轻微弯曲与基质的塑性形变相应, 说明它们在进入基质时尚具有一定的塑性并在运动过程中

受过轻微挤压。



A. 贺兰山中段西麓阿左旗庙台梁子, 上为信手剖面, 下为上图方框部分放大素描 B. 贺兰山中段西麓巴伦别立山与子白杨沟 A、B 图中的数字: 1. 白云岩外来体 2. 灰绿色板岩基质 C、D 分别为庙台梁子和小山子 (据崔广振)。图中数字: 1. 白云岩 2. 泥质灰岩 3. 灰岩 4. 石英岩 5. 砾岩 6. 燧石或硅质岩 7. 粉砂质、泥质板岩 8. 砂岩 9. 性质不明或不便表示岩性的小砾石

图 3 贺兰山中段滑塌堆积素描图

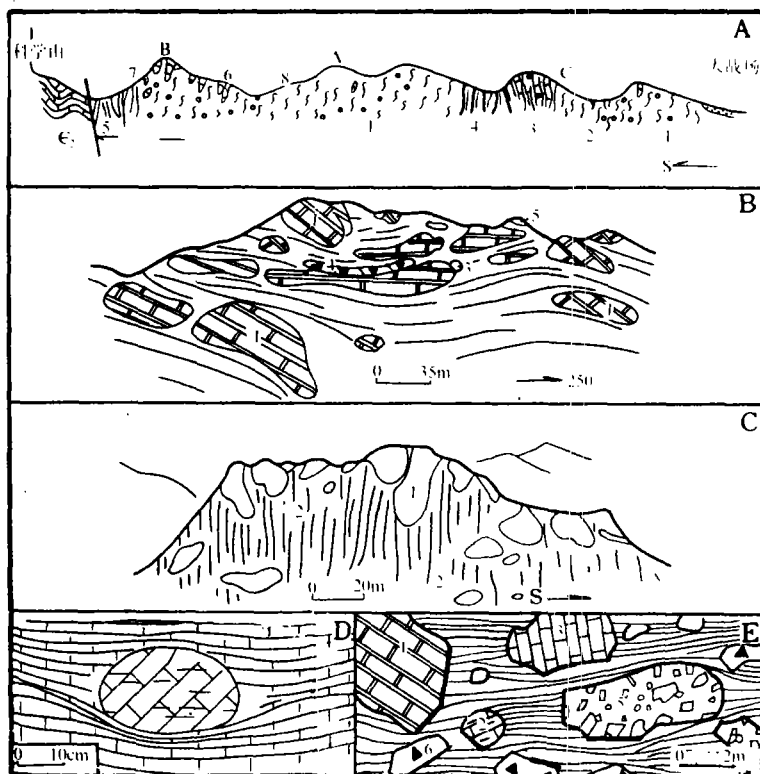
Fig. 3 Sketch showing olistostrome in middle section of Helanshan

二、层位和空间组合特征

1. 层位

从贺兰山中段到桌子山南端滑塌堆积位于中奥陶统的大套碎屑岩内 (图 1)。这套以灰绿色板岩、砂岩为主的岩系与鄂尔多斯盆地西南缘的平凉群或桌子山的乌拉力克组 and 拉什仲组相当。在贺兰山南段到至中宁—同心间的香山、米钵山一带, 这套含滑塌堆积的碎屑岩系属香山群 (编写组, 1980), 前人将其归寒武系, 笔者认为其应属奥陶系并可与平凉群对比。鄂尔多斯盆地南缘的渭北西段礼泉唐王陵至岐山交街一带, 滑塌堆积分布于唐王陵组 (多数人认为它属上奥陶统) 内。大面积追索证明, 这套地层与含化石的中奥陶统在多数地点为沉积接触, 而不是以断距达数千千米的大型逆断层接触。梅志超等 (1986) 在渭北东段富平金

栗山的中、上奥陶统^①深水—半深水碳酸盐中亦见有滑塌堆积, 但他们称其为“杂乱角砾石灰岩”或“碎屑流角砾岩”, 其中可含细砾至巨大外来体. 后者有的呈似层状, 有的具塑性弯曲变形, 梅志超分别称其为“滑动岩块”和“褶皱岩状”(图 2.A-C).



A. 大战场至科学山北侧信手剖面图 (1. 含砾板岩和含砾千枚岩 2. 千枚岩 3. 含砾含碳质变质薄层灰岩 4. 碳质千枚岩 5. 灰绿、兰灰色千枚状板岩 6. 白云岩外来体 7. 石英岩外来体 8. 砾石内发现中寒武世三叶虫处 B、C 分别为平行和垂直地层走向的素描, 其位置分别在 A 图内之 A、B 处 (图中之数字: 1. 白云岩 2. 粉砂质板岩基质 3. 石英岩 4. 砾状白云岩 5. 不规则同心圆状硅质条带白云岩发现处); D. 薄层含碳灰岩中的砾石 (位于图 A 的 C 处); E. 含砾板岩 (据崔广振, 图中数字同图 3.C.D)

图 4 贺兰山大战场滑塌堆积素描图

Fig.4 Sketch showing olistostrome in Dazhanchang of Helanshan

2. 岩性组合

平凉群 (及与之相当的香山群等) 是一套形成于大陆斜坡—深水盆地的复杂岩性组合, 其厚度为数百米至数千米, 最大厚度可达 12000m (编写组, 1980), 其中重力流沉积占相当的比例, 也可见半深水—深水盆地泥质岩、碳酸盐岩和硅质岩 (如香山群第三亚群). 渭北的唐王陵组也是一套以重力流为主的复杂沉积岩系 (陈万川等, 1984), 总厚达千余

^①贾振远等 (1984) 认为, 该套地层上部的 102 米可能属中、下志留系, 称为上店组

米,其中(特别是第四段、即含砾泥岩段)含多层块状砾岩、含砾泥岩、白云质燧石角砾岩等。部分砾岩中可见Ⅱ至Ⅳ级砾石和外来体。显然,滑塌堆积是一种特殊的重力流、是负载着巨大外来体的碎屑流和泥石流(洪庆玉等,1985)。渭北东段所见的滑塌堆积夹于一套深水碳酸盐岩和碳酸盐岩重力流沉积中。

3. 空间分布

中奥陶统的滑塌堆积仅见于鄂尔多斯盆地西侧的碎屑岩系中,其中以贺兰山南段到香山一带发育最好,表现为层数多、厚度大、外来体规模大(多为Ⅲ级并有Ⅴ级)。与之相应,包含这套滑塌堆积的碎屑岩系厚度也特别大(达万余米)。这个地区正是早古生代祁连—贺兰—三枝裂谷系的结点(三联点)(张抗,1989),是构造活动性最强的地方。从香山一带向北到贺兰山中段和桌子山南端,向东到鄂尔多斯西缘断裂带上的环县石板沟、平凉官庄等地(图1),中统碎屑岩的厚度,所含滑塌堆积的层数和厚度都迅速减少,外来体的规模也减小,以Ⅰ、Ⅱ级为主并过渡为一般意义上的含砾岩石或砾岩。滑塌堆积并不仅位于中奥陶统的沉积边缘,在其内都也有分布,如牛首山、小孤山。上奥陶统沉积局限於鄂尔多斯盆地的南和西南缘,目前仅南缘发现滑塌堆积,成东西向带状分布。

三、成因讨论

1. 形成环境

鄂尔多斯及周围地区的古地理和古构造研究表明,震旦纪至奥陶纪该区处于拉张分裂阶段,在鄂尔多斯矩形断块上以厚度不甚大的碳酸盐岩台地相组合沉积为主;在其南和西缘则发育有祁连—秦岭裂谷系。就其西缘来说,折线状(NNW—NW)的北祁连裂谷和NNW向的贺兰裂谷(Aulacogen)组成了三枝裂谷系。前已提及,香山一带恰是其“三联点”。中奥陶世是这种拉张分裂活动的高潮期,裂谷内与其两侧间的地形高差最大,形成一系列半深水—深水盆地和两侧阶状发育的陡坡,其每一级陡坡反映一个古断裂或基底断裂的存在。这种古地理环境形成了深水泥页岩、碳酸盐岩、硅质岩及大量重力流沉积。

这些巨厚的碎屑岩中岩屑含量平均占20%,重矿物组合中除少量含铁矿物外主要为锆石、电气石、金红石,还有榍石、绿帘石、石榴石等,石英波状消光发育,长石新鲜或风化不深,多长条状或呈棱角—次棱角状。这说明,其物源区距沉积区不远且以酸性岩浆岩和变质岩为主。不言而喻,碎屑不应来自被碳酸盐岩覆盖的鄂尔多斯断块。贺兰山区主要应来自西侧的阿拉善地区;鄂尔多斯西南缘应来自西侧甘、宁边界一带的NNW向长条状古陆,其上缺失下古生界,出露前震旦系(中、上元古界)轻变质砂泥岩、碳酸盐岩和基性火山岩建造(翟福臣等,1988)。

晚奥陶世的拉张分裂作用已不如中奥陶世强烈,但在鄂尔多斯南及西南缘仍保留相当大的古地形高差,上奥陶统仅沉积在狭长的槽形地带内。据贾振远等(1984)的研究,古地形坡度为 1.4° — 5.9° ,重力流堆积形成深度为200—2000m属半深水区。这就使该套重力流和非重力流沉积中经常出现规模不等的滑动构造、截切构造和揉皱构造。从这些构造研究中恢复富平赵老峪一带的古滑动方向为 128° — 177° 。陈万川等(1984)从唐王陵组的砾石、槽模、水下滑动和揉皱等的方向看水流方向为NW或NE向,从砾石和碎屑沉积的成分和特征看其物源主要来自其南侧。一部分陆源碎屑来自于变质岩出露的古陆,另一部分陆源碎屑

和大部分巨砾及外来体(特别是以白云质岩石为主的大型外来体)可能来自震旦纪至奥陶纪早期的沉积区。中、晚奥陶世这些沉积区变成了水下或水上隆起。这种情况也适合鄂尔多斯西南缘的中奥陶统。

2. 外来体的形成和搬运

滑塌堆积的特殊在于它是在一般的高密度重力流(如碎屑质和碳酸盐质的浊流、颗粒流、碎屑流、泥石流等)上叠加着巨砾或外来体。这些大块体是怎样形成和搬运的呢?

某些早期曾接受沉积的条状断块在中、晚奥陶世相对上升成为水上或水下隆起,在重力作用下其上成岩或半成岩的沉积物不断向低处滑移垮塌而成为物源之一。裂谷系的阶状断层对这些外来体的形成也有一定的作用。它表现在: 1) 不断向上发展的基底断裂使沉积岩层在应力下破碎,破碎面既可穿层也可沿某些软弱层发育,造成若干碎裂程度不等的潜在层状块体。2) 断块的掀斜抬升为这些碎块的重力滑塌创造了条件,断裂活动是触发滑塌的重要因素。3) 断裂的多阶段性造成滑塌的多阶和多次发生,使滑塌堆积不仅出现在裂谷边缘也出现在其内部,这也有助于不同成分外来体一定程度的混杂和本身就是砾岩的外来体的形成。

当重力流以一定速度向盆地深处运动时,某些滑塌的岩块可堕入其中,由于前者有相当大的密度和运移速度,可以负载这些外来块体一起运移,在经过不太长距离后迅速堆积下来。这一过程也可以多次发生。运移时的湍流和块体间的碰撞可使岩块进一步破裂和崩解或发生轻微变形(图2),基质也可贯入外来体的裂缝内。涡流的搅动可使外来体成不规则或旋涡状排列。

М.Г. Леонов 也曾描述过长达1至数公里的似层状滑塌岩块(1978)。他指出,构造过程准备了各种级别的碎屑和岩块,其搬运方式是沿沉积盆地斜坡滑动。许靖华(1974)指出:滑塌堆积(olistostrome)是一个岩石地层单位,包括外来岩块(allochthon)、巨砾和浊流沉积。它是由水下重力滑动和塌落时的半流体非均质的混合堆积。

收稿日期: 1989年12月22日

参 考 文 献

- (1) 陈万川等, 1984, 石油实验地质, 6卷, 3期, 203—212页。
- (2) 梅志超等, 1986, 沉积学报, 4卷, 4期, 34—42页。
- (3) 宁夏回族自治区区域地层表编写组, 1980 西北地区区域地层表宁夏回族自治区分册 地质出版社
- (4) 洪庆玉等, 1985, 石油与天然气地质, 6卷, 1期, 49—59页
- (5) 张抗, 1989, 鄂尔多斯断块构造和资源, 106—142页, 陕西科学技术出版社
- (6) 翟福臣等, 1988, 地质论评, 34卷, 1期, 1—10页
- (7) Леснов М.Г., 1978, Геомекмника, (5), 18—33

Olistostrome in Ordovician System, Western and Southern Margin of Ordos Basin

Zhang Kang

(Institute of Petroleum Geology, Ministry of Geology and Mineral Resources, Beijing)

Abstract

Olistostrome of gravity flow are found in the Middle and Upper Ordovician in the western and southern margin of Ordos Basin. Some of great boulders, and allochthons as irregular long-cylinder or stratoid structure with ten to one hundred meters long are found in parts of the strata, as the allochthons are disharmonious obviously with the host rock, it suggests that the origins are different. The petrologic characters, stratigraphic horizon, the assemblage of rock and forming of olistostrome are discussed. It is proposed by the author that the olistostrome is formed on the steep gradient zones of passive continental margin of rifts, where great boulders and allochthons are produced by collapse and carried by gravity flows.