

# 海底鑛物資源 開發의 意義

國立地質調查所 物探科長 金 鍾 洙

## 1. 序 言

우리가 살고있는 地球面積의 2/3 나되는 廣大 海洋을 우리에게 航海와 水産物을 提供해 주는것으로 알았을뿐 바다밑에 있는 莫大한 鑛物資源에 對하여는 最近에 이르기까지 큰 關心의 對象이 되지 못한것은 事實이다. 이것은 바다에서의 調査와 開發의 技術的 難點이 가로막고 있었고 陸地에서 鑛物資源을 얻을수 있었기 때문이라고 생각한다. 그러나 산업의 高度의 發達은 우선 動力資源의 大宗인 石油資源의 보다많은 確保를 必要로 하였고 이런 必要性은 必然的으로 淺海底石油資源의 開發을 가져와 이에따르는 海上探查技術및 開發技術을 發展시켰으며 그結果로 海洋全體 海底의 全般的인 鑛物資源 分布狀態의 畧이 밝혀짐으로써 海底資源開發問題가 크게 論議의 對象이 되었든바 이러한 一連의 現象이 1950年代後半期의 짧은 期間에 이룩된 것들이었다. 1960年代에 들어 特히 海底에서의 石油資源의 探查및 開發은 世界的인 추세로 先進國家들은 앞을 다투어 바다로 進出하고 있으며 1966年度 世界全石油生産量의 16%가 海底에서 生産되었음은 놀라운 事實이 아닐수 없다. 三面이 바다로 둘러싸여있고 陸地面積의 2倍以上에 達

하는 大陸棚海域을 가지고 있는 우리나라에서 近年에 이르러 海底鑛物 資源開發에 對한 움직임이 活潑해졌음을 기쁘게 생각하는 바이며 此際에 이 海底資源 開發의 現況을 紹介함으로써 이의 意義와 關心을 가지게 된다면 多幸하게 생각하는 바이다.

## 2. 海底鑛物資源

海底鑛物資源을 開發對象體로 볼때 두가지로 크게 區分된다. 첫째는 遠海沈積物(Pelagic deposit)으로써 이것은 深海에 形成되며 主로 浮遊生物의 遺骸, 火山灰 및 그他物質이 沈積되어 形成된다.

둘째는 淺海性資源으로서 海深 200 m 以內의 大陸棚에 賦存하며 이것은 다시 海底基盤岩(固結된 岩石) 內에 賦存하는 것과 基盤岩上部에 沈積된 凝固되지 않은 砂鑛으로 區分된다.

### ① 遠海沈積物(Pelagic deposit)

이것은 全體海洋의 74%에 該當되는 面積上에 分布되고 있으며 種類로는 石灰質軟泥, 硅酸質軟泥, 動物遺骸, 沸石, 灰十字石 파라고 나이트(Palagonite) 赤泥, 망강 團球 등이 있다.

### ② 淺海性資源

가. 海底基盤岩內部에 賦存하는 資源……이 에 속하는 것으로는 天然가스 및 石油과 磷鑛의

賦存이 알려져 있으며 外에 陸地鑛體가 海底까지 延長되어 開發對象이 되고 있는것으로 石炭 및 鐵이 있다. 이러한 基盤岩內의 鑛物資源은 淺海底에 限하여 探查 및 開發의 對象이 되고 있는데 現段階에서 深海底 基盤岩內에 關해서는 아직 鑛物資源의 賦存與否가 밝혀져 있지 않다.

나. 海底基盤岩上部에 賦存하는 砂鑛資源... 이는 海底基盤岩 上部에 沈積된 凝固되지 않은 砂鑛으로써 陸地로부터의 風化產物이 河川에 依하여 바다에 運搬된 後 波浪 및 바람의 選別作用에 依하여 分別沈積된 重鑛物砂鑛으로서 이를 구성하는 鑛物로는 磁鐵鑛, 赤鐵鑛, 錳, 金, 銀, 錫, 白金, 크롬鐵鑛 등의 有用鑛物들이 있다. 이들 砂鑛資源들은 海濱附近과 비교적 얇은 海底에 賦存하는바 이는 上記 重鑛物들이 바다멀리까지 移動되지 못하기 때문이다. 이것과는 달리 淺海底中에서의 海中生物의 遺骸의 集合體인 磷灰土, 石灰質貝殼등도 重要한 海底鑛物資源을 形成한다. 특히 磷灰土는 肥料 生産 原料으로써 그 重要性이 오래전부터 認識

되어 그의 生産이 極히 活潑하다.

### 3. 海底鑛物資源 賦存狀態

前記한바 여러가지 海底鑛物資源이 果然 얼마나 海底에 매장되어 있는지에 對하여 全體的인 調査가 完了되지 않는 現時點에서 言及하기는 어려운 바라 하겠으나 各鑛種別로 지금까지의 調査 結果를 基礎로하여 推定된 海底鑛物資源의 量을 들어보면 다음과 같다.

#### ① 遠海性沈積物

遠海性 沈積物은 細彩質이고 色같은 白色에서 暗赤褐色이며 成因은 無機性 또는 有機性이다. 이 遠海沈積物은 有機質을 30%以下까지면 赤泥라 하고 30% 以上이면 軟泥라 한다. 軟泥는 두가지로 區分하는데 하나는 石灰質軟泥이고 다른 하나는 矽質軟泥인바 이들은 다 有用鑛物로서 使用될 수 있다.

石灰質軟泥는 다시 Globigerina軟泥, Pteropod軟泥와 Coccolith軟泥로 區分되며 矽質軟泥는 Diatom軟泥와 Radiolarian軟泥로 區分한다. 이들軟泥는 深海에서는 어디서나 찾아볼 수 있는것으로 分布狀態를 보면 다음과 같다

<第一表 世界軟泥分布>

種 類	大 西 洋 百萬km <sup>2</sup>	印 度 洋 百萬km <sup>2</sup>	太 平 洋 百萬km <sup>2</sup>	全 體 大 洋		
				面 積 百萬km <sup>2</sup>	百 分 率 %	平 均 深 度 m
Globigerina 軟泥	40.1	34.1	51.9	126	35	3,600
Pteropod 軟泥	2.0	—	—	2.0	1	2,000
Diatom "	4.1	12.6	14.4	31	9	3,900
Radiolarian "	—	0.3	6.6	7	2	5,300
赤 泥	15.9	16.0	70.3	102	28	5,400
計	61.6	63.3	143.2	268	74	4,300

(Kuenen 1950 Srerdrup et al 1942)

위의 表에서 보느냐와 같이 上記한 遠海性 沈積物은 大洋底의 74%에 分布되고 있는것이다. 이들 軟泥의 分析值를 아래에 記載한다. 이들 軟泥들의 매장량은 그들이 全體大洋底의 74%에 該當하는 面積上에 分布하고 있으며 그

두께가 約 100 m에 達하는 것으로 미루어 天文學的 數字인 莫大한 量일것이며 現在 Diatom軟泥는 美國에서 輕量建築材로서 ton當 30\$의 價格으로 年에 500,000 ton이 生産되고 있다고 하니 大洋底軟泥가 가지는 經濟的 價値는 크다 하겠다. 以上言及한 軟泥外에 大洋底에 賦存

<第二表 Globigerina 軟泥分析表>

設置	N25°52' W19°22' 3560m	N7°45' E144°20' 3400m	S46°46' E45°31' 2520m
成分			
CaCO <sub>3</sub>	65.2%	93.1	81.4
AiO <sub>2</sub>	18.2	1.6	6.8
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	5.0	1.3}	29
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4.8	0.5}	
CaSO <sub>4</sub>	0.7	0.3	0.8
MgCO <sub>3</sub>	1.7	0.6	0.2
Ca <sub>3</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>	—	0.3	—
L.O.I.	5.0	1.5	2.9

(Murray Renord 1891)

<第三表 Pteropod 軟泥分析表>

設置	N18°40' W62°56' 2400m	N18°24' W62°56' 820m
成分		
SiO <sub>2</sub>	4.1	2.6
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2.9	3.0
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1.5	1.8
CO <sub>3</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>	2.4	—
CaCO <sub>3</sub>	80.7	14.3
CaSO <sub>4</sub>	0.4	1.0
MgCO <sub>3</sub>	0.7	1.8
鹽酸不溶解物	3.5	2.1
H <sub>2</sub> O	3.0	4.0

(Murray & Renord 1891)

<第四表 珪質軟泥分析值>

設置	Radiolarian N11°07' 軟泥① W152°0.3' 5000m	Diatom軟泥② S53°55' E108°35' 3550m	Diatom軟泥③ S46°35' W24°15' 4402m
成分			
SiO <sub>2</sub>	52.9	67.9	67.4
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	5.9	0.4	5.0
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	8.2	0.6	11.33
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	4.0	0.0	0.10
MO <sub>2</sub>	1.7	0.0	0.19
CaCO <sub>3</sub>	11.8	19.4	1.6
MgO	4.8	0.9	1.7
Na <sub>2</sub> O	—	—	1.64
K <sub>2</sub> O	—	—	1.64
H <sub>2</sub> O	—	—	6.33
C.O.I.③	16.5	5.3	

- ① Murray & Renard 1891
- ② EL Wakeel & Riley 1961
- ③ Less on Ignition

하는 鑛物로는 沸石 灰十字石 (Zeolite) (phillipsite) Palagonite 가 있다. 赤泥는 全體大洋의 約25%에 該當하는 面積 즉 約 102, 200, 000 km<sup>2</sup> 에 分布하며 平均 두께를 約 200 m로 볼때 그量은 10<sup>14</sup>ton에 이른다. 赤泥에는 여러 元素가 包含되고 있으나 少量이어서 現在 經濟性을 論할수는 없다 하더라도 다음表에서 보는바와 같이 그量이

<第五表 赤泥中の 元素賦存量>

元 素	含 有 率 重 量 %	全 體 含 有 量 兆 ton	年 沈 積 量 100萬 ton	年世界消耗量 100萬 ton	1958年度 世界매장량100萬 ton
Al	9.2	920.0	46.0	4.72	570
Mn	1.25	125.0	6.3	6.7	320
Ti	0.73	73.0	3.7	1.3	140
V	0.043	4.5	0.23	0.008	—
Fe	6.5	650.0	32.5	267.5	1350
Co	0.016	1.6	0.08	0.015	1.6
Ni	0.032	3.2	0.16	0.36	13.5
Gu	0.074	7.4	0.37	4.6	150
Zr	0.018	1.8	0.09	0.002	
Pb	0.015	1.5	0.08	2.4	43
Mo	0.0045	0.45	0.023	0.040	3

莫大함으로써 큰 資源으로써 考慮될수 있을 것이며 特히 沈積量이 1,000年에 5mm 두께가 增大되어 1年에 5×10<sup>8</sup>ton의 赤泥가 沈積된다

고 하니 注目될만하다.

大洋底鑛物資源으로서 가장 重要視되고 있는 것은 망강團球이다. 망강—鐵酸化合物인 이

망강團球은 0.5~25 cm 크기의 여러 形態의 凝  
固物로서 망강과 鐵以外에 코발트, 니켈等 有  
用元素를 10 餘種이나 含有하고 있으며 大洋  
底 赤泥나 軟泥內에 存在하며 그 量은 莫大한

바 Menard 와 Shipels(1958)에 依하면 全體 太  
平洋地域 17×10<sup>7</sup> km<sup>2</sup> 面積에 17×10<sup>11</sup> ton 의  
망강團球가 賦存하고 있다고 한다. 망강團球  
의 分析値는 아래와 같다.

<第六表 망강團球分析表>

太 平 洋 (54個시료)				大 西 洋 (4個시료)		
元 素	最 大	最 小	平 均	最 大	最 小	平 均
B	0.06	0.007	0.029	0.05	0.009	0.03
Na	4.7	1.5	2.6	3.5	1.4	2.3
Mg	2.4	1.0	1.7	2.4	1.4	1.7
Al	2.6	0.8	2.9	5.8	1.4	3.1
Si	20.1	1.3	9.4	19.6	2.8	11.0
K	3.1	0.3	0.8	0.8	0.6	0.7
Ca	4.4	0.8	0.001	3.4	1.5	2.7
Sc	0.003	0.01	0.67	0.003	0.002	0.002
Ti	1.7	0.11	0.054	1.3	0.3	0.8
V	0.11	0.021	0.001	0.11	0.02	0.07
Cr	0.007	0.001	24.2	0.003	0.001	0.002
Mn	41.1	8.2	14.0	21.5	12.0	16.3
Fe	26.6	2.4	0.35	25.9	9.1	17.5
Co	2.3	0.014	0.99	0.68	0.06	0.31
Ni	2.0	0.14	0.53	0.54	0.31	0.42
Cu	1.6	0.028	0.0047	0.41	0.05	0.20
Zn	0.08	0.04	0.001	—	—	—
Ga	0.003	0.0002	0.081	—	—	—
Sr	0.16	0.024	0.033	0.14	0.04	0.09
Y	0.045	0.016	0.063	0.024	0.008	0.018
Zr	0.12	0.009	0.052	0.064	0.044	0.054
No	0.15	0.01	0.0003	0.056	0.013	0.035
Ag	0.0006	—	0.18	—	—	—
Ba	0.64	0.08	0.016	0.36	0.10	0.17
La	0.024	0.009	0.016	—	—	—
Yb	0.0066	0.0013	0.0031	0.007	0.002	0.004
Pb	0.36	0.02	0.09	0.14	0.08	0.10
L.O.I.	39.0	15.5	25.8	30.0	17.5	23.8

以上 表에서 보는 바와같이 망강團球은 망  
강과 鐵의 資源으로서 훌륭하여 이에 對하여  
그 研究調査가 오래前부터 實施되어 왔으며 經  
濟的으로 採掘될 段階에 이르렀다고 보겠다.

(2) 基盤岩內 資源

가. 石油

世界淺海底 石油埋藏量은 80億 바렐로 推定  
되는 바 이는 世界全體埋藏量 4,000 億 바렐의  
20%에 該當한다. 지금 淺海底에서의 生産量  
은 日 500 萬바렐로서 世界全體 3,200 萬바렐의  
16%가 된다. 지금의 世界의 소모량에서 볼 때  
全世界石油 매장량은 34年間의 供給量에 지나  
지 않으며 一年前에 比하여 하루에 270萬바렐

을 더 소비하는 世界的인 石油消費추세가 石油資源開發의 積極性을 갖어오게 하였으며 淺海底檢査를 더욱 活發하게 만들고 있다. 現在 世界的으로 海上 試錐機 270台가 움직이고 있으며 海深 160m 까지 試錐를 하고 있는데 앞으로 10年內에 1,000m 까지 試錐할 수 있을 것으로 내다보고 있다. 지금 主要 生産地를 들어 보면 다음과 같다. (第7表)

(3) 砂鑛

가. 磷灰土

前記한 바 磷灰土는 肥料生産原料로서 그 量에 있어 重要한 海底鑛物資源이며 全世界 推定 매장량이 3,000 億 ton 이라 한다. 磷灰土는 海底에 團球狀으로 賦存하는데 海洋有機物質이 침전 形成된 것으로서 크기는 最大 60×50×20 cm 에 이르며 成分은 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 가 3.71%~4.87% 이며 主成分은 CaO 로서 45% 內外이다. 參考로 아래에 美加州 海底磷灰土團球의 成分表를 記載한다. (第8表)

成因에 關하여는 여러 學說이 있으나 海水의 鹽度와 溫度가 갑자기 變하는 곳에서 微生物이 죽어 堆積形成된다고 考察되었으며 이런 點에서 寒流와 난류가 合流하는 海域이라든가

<第7表 世界殘海底石油 및 gas 產出量>

地名	日生産量	推定埋藏量
아라스카海岸		600.000.000 <sup>bbl</sup>
美西海岸	135.000 <sup>bbl</sup>	1.200.000.000 <sup>bbl</sup>
Louisiana 海岸	700.000 <sup>bbl</sup>	
南美 Trinidad	133.000 <sup>bbl</sup>	
Brazil	125.000 <sup>bbl</sup>	
英國 北海	500.000.000 <sup>cuft</sup>	30 兆 cuft
Neatherland 北海		10 兆 cuft
Italy Adriatic 海		1~1.5 兆 cuft
Egypt Gulf of Suez	70.000 <sup>bbl</sup>	1250 萬 bbl
Nigeria		40 億 bbl
"		10 兆 cuft
Gabon	28.000 <sup>bbl</sup>	
Iran	200.000 <sup>bbl</sup>	
Kuwait Sbaikhdom	2.500.000 <sup>bbl</sup>	700 億 bbl
Iran Kwwait 中立海岸	280.000	140 億 bbl
Saudi-arabia	900.000	
Qatar	150.000 <sup>bbl</sup>	
Bahrain	150.000	
Abvdhabi	400.000	
Dvbai	10.000	
Brunei	23.000 <sup>bbl</sup>	
濠州		1.5 億 cuft
소Caspian海	270.000	

※ 生量은 1966 年度統計임

<第8表 美加州 Border land 地區 磷灰土 團球 分析表>

地區名 / 成分	Forty mile Bank	Santa Marica canyon	Redonto canyon	Other Bank	Thirty Mile Bank	Patton Esarpment
CaO	47.35	45.43	45.52	46.58	37.19	47.41
R <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.43	0.30	2.03	0.70	3.93	1.40
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	29.56	28.19	29.96	29.09	22.43	29.66
Co <sub>2</sub>	3.91	4.01	4.30	4.54	4.63	4.87
F	3.31	3.12	3.09	3.13	2.47	3.36
有機質	0.10	1.90	2.25	0.44	0.35	1.50
不溶解物 (HCl에)	2.59	3.57	4.25	3.57	20.99	2.12
計	87.25	27.52	90.58	88.07	91.99	90.32

(1942, Dietz et al.)

(※ 殘餘成分은 主로 MgCO<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>O 와 溶解질 SiO<sub>2</sub> 이며 成分値는 重量百分率임)

大河川이 流入되는 河口附近이 有望한 賦存 灰土의 產出海域은 深海가 아닌 海岸에 가까 海域으로 생각되고 있으며, 實際 世界海底 磷 潤 淺海底附近으로 大陸의 연변海域이다. 現

在까지 가장 잘 開發이 進行되고 있는 地域은 美카리폴니아 淺海底로서 分布地域은 Sanfrancisco 에서 California 단에 이르는 1,300 mile 區間에 海深으로 最大 2,800m 最少 60m이다. 이 區域에서 年間 500,000 ton 生産으로 約 200 年 生産이 可能한 埋藏量 即 約 1億 ton 이 期待되고 있다.

그外 燐灰土의 賦存이 알려진 地區는 南아프리카, 알젠틴, 美國東海岸, 日本, 南美西海岸 側 淺海底이며, 其他 世界 各 海域에서 그 賦存이 期待되고 있다.

나. 重鑛物 砂鑛床

現在 世界各國에서 生産하고 있는 海底重鑛物 砂鑛을 들어보면 다음과 같다.

錫	마레이시아, 印尼, 泰, 英, 아라스카	<400	"
銀	美太平洋, 아라스카沿岸	<400	"
金	" "	<400	"
白金	" "	<400	"
다이아몬드	西南아프리카	<200	"
망간	太平洋, 大西洋, 地中海	4,000-18,000	(5-20年內)
燐灰土	美太平洋, 大西洋沿岸, 豪州아프리카	100-4,000	"
모나즈石	南인도, 세이론, 濠	0-200	"
貝殼	아이스랜드, 美太平洋, 멕시코 만연안	<100	"

<第9表 海底砂鑛 生産量>

鑛種	生産國	年 生産量	統計年度
錫	泰	2,406 ton	1966
鐵(砂鑛)	Fimland	300.000 "	"
	日本	40.000 "	"
치탄鐵	濠州	450.000 "	"
다이아몬드	南아프리카	236,095(카라트)	1965
貝殼	Iceland	135.000 m <sup>2</sup>	1966

이 外에 砂礫도 여러나라에서 主要産物로 生産되고 있는데 美國의 경우 年 49,200,000 弗의 生産額을 내고 있고, 英國은 14,000,000 弗, 덴마크는 年 25~3,000,000 m<sup>3</sup> 生産량을 올리고 있어 무시할 수 없을 資源이다.

以上の 여러鑛物들의 主要賦存海域과 이들이 賦存하는 海底의 水深 및 採鑛 可能 如否를 들어보면 다음과 같다.

<第10表 海底鑛物賦存狀況>

鑛物	主要賦存海域	水 深	採鑛可 能如否
砂 礫	美太平洋, 大西洋深岸	<900ft	可 能
硝子用구사	"	<200	"
磁 鐵 石	濠, 印, 美太平洋沿岸	100-400	"
海 綠 石	美太平洋沿岸	30-6.000	"
金 紅 石	濠美大西洋沿岸	<100	"
질 崙 石	濠	<100	"

4. 韓國大陸棚 鑛物資源

陸地面積의 約 2.5 倍나 되는 넓이를 갖인 韓國 週邊 大陸棚海底에서 期待되는 鑛物資源에 關하여는 國立地質調查所에서 1966 年以來 直接의인 方法으로 探查를 始作하였을 뿐으로 아직 具體的인 結果가 發表되지 못하고 있다. 그러나 地質學的 環境에서부터 推定되고 있는 賦存이 可能한 鑛物資源에 對하여는 地質調查所에서는 既히 發表된바도 있어 그것을 參考하여 주었으면해서 여기서는 詳論치 않거니와 結論만 말하면 西海에서는 金, 砂鐵, 모나즈, 질崙, 치탄鐵 등의 砂鑛과 基盤岩內의 石油 또는 天然개쓰가 期待되며 西海와 蔚山灣 海域에서는 天油 또는 天然개쓰, 東海墨湖海域에서 石炭이 賦存할 것으로 期待되고 있다. 또한 東海南部에서 寒流 暖流가 交叉하는 곳에서 燐灰土의 生成이 可能할 것으로 生覺하고 있는 地質學者도 있다. 上記한 賦存이 期待되는 海底鑛物을 對象으로한 調查計劃이 樹立되었고今年度부터 探查가 始作되었으므로 앞으로의 探查結果에 期待되는바 크다.

5. 結言

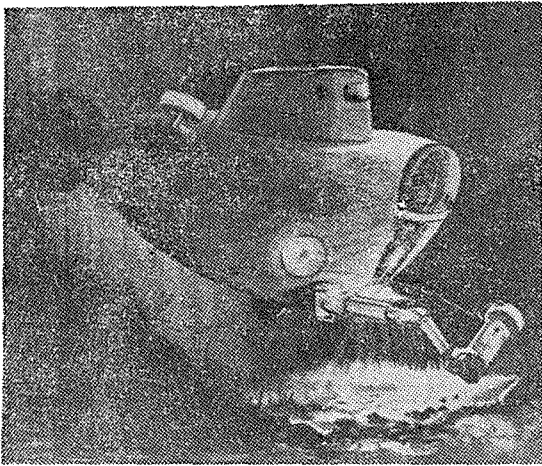
以上 世界全體 바다밑의 鑛物資源에 對하여 얻어진 資料의 範圍에서 大略 說明하였다. 우리는 여기서 바다밑에는 現在 우리가 採掘할

수 있는 또는 가까운 將來에 採掘이 可能한 莫大한 量의 鑛物資源이 賦存하고 있다는 事實을 알게되었다. 따라서 人間의 能力 如何에 따라 人類가 必要로하는 이들 資源을 얼마든지 採掘할 수 있을 것이며 여기에 世界各國이 海底鑛物資源探査에 注力하고 있는 理由가 있다고 하겠다. 우리도 하루속히 우리의 能力을 培養하여 우리 週邊의 大陸棚에 局限하지 않고 廣大한 大洋으로 進出하여 우리의 國家發展을 爲한 資源을 갖일수 있도록 努力하여야 할 것이다.

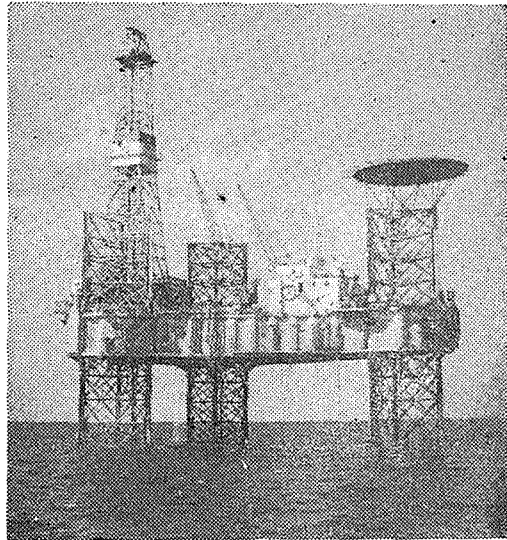
參考文獻

John L. Mero, (1965) The mineral resources of the sea. Elsevier Publishing co.  
 J. Leslie Goodier (1967) Mining World(44-47) July 1967  
 Leavis G Weeks (1967) Offshore Vol.27 No.7 June 1967

李正煥 }  
 嚴相鎬 } (1968) 地質鑛床 第5號(7~24)  
 金鍾洙 } 國立地質調查所



<日本秋田海上(海深 50 m)에서 操業中인 海上試錐機로서 右側圓盤이 헬리콥터다 着陸을 위한것임. 試錐能力은 約 3,000 m 이다.>



<美國 General Dynamic's Electric Boat Division 에서 製作한 二人乘 海底探査用 潜水艇으로서 6,500ft 深度에서 8時間 머무를 수 있다.>

