

慶尙盆地에서 發見되는 含鑛堆積岩層

崔煒讚*·尹旭*

Ore-Bearing Sedimentary Formation in the Cretaceous Gyeongsang Basin, S.Korea

Uee Chan Chwae* and Uk Yun*

ABSTRACT: Since "Gyeongsang Formation" has been introduced 90 years ago by B.Koto(1903), it was newly found within the lower Chomgog Formation ore mineralized zone. The mineralized zone occurs along the stratigraphic unit there. The ore minerals are mainly composed of hematite, ilmenite and magnetite. The molybdenum (2,100-3,100ppm?), copper and zinc are the accessories. There are also traces of cadmium, gadolinium, neptunium, ruthenium and tin. The ore mineralized zone shows about 1 km of apparent thickness with 10 to 12 degrees of plunging on the surface and extends 12 km along its strike in the U-Bo sheet(Chwae et al., 1990). The mineralized zone could be valuable to correlate the stratigraphic sequence between the Uisong and Mirryang subbasins, if giving consideration of the Palgongsan lineament (Chang, 1975).

서 언

慶尙盆地的 존재가 "慶尙層"(Koto, 1903) 이라고 소개된지 87년 동안에 수 많은 研究報告書, 論文 등이 發表되었으나, 여태껏 含鑛堆積岩層에 대하여서는 알려진 바 없었다. 금번 韓國動力資源研究所 動力資源部 基本事業의 일환으로 1:25,000 축척의 友保圖幅(崔煒讚 외, 1990)을 조사하던중 下部 點谷層 내에서 含鑛堆積岩層(以下 鑛化帶라 稱한다)의 存在가 發見되었으며, 本 鑛化帶는 2 가지 측면에서 중요한 의의를 갖는다.

첫째는, 慶尙 盆地내에서 최초로 대규모 堆積鑛床의 존재 가능성을 도출해 내었으며, 둘째는 八公山 構造線(章基弘, 1975)을 경계로 하여, 以北과 以南間의 層序 對比역할을 해온 新羅礫岩과 九山洞凝灰質砂岩間에 또한 一의 重要한 鍵層을 確認했다는 점이다.

本 鑛化帶의 友保圖幅地域內에서의 位置는 慶尙北道 義城郡 金城面 山雲洞에서 軍威郡 義興面 水西洞 間地域(a) 및 軍威郡 義興面 梨枝洞에서 山城面 花田洞 間

地域(b) 으로 2분된다(Fig. 1).

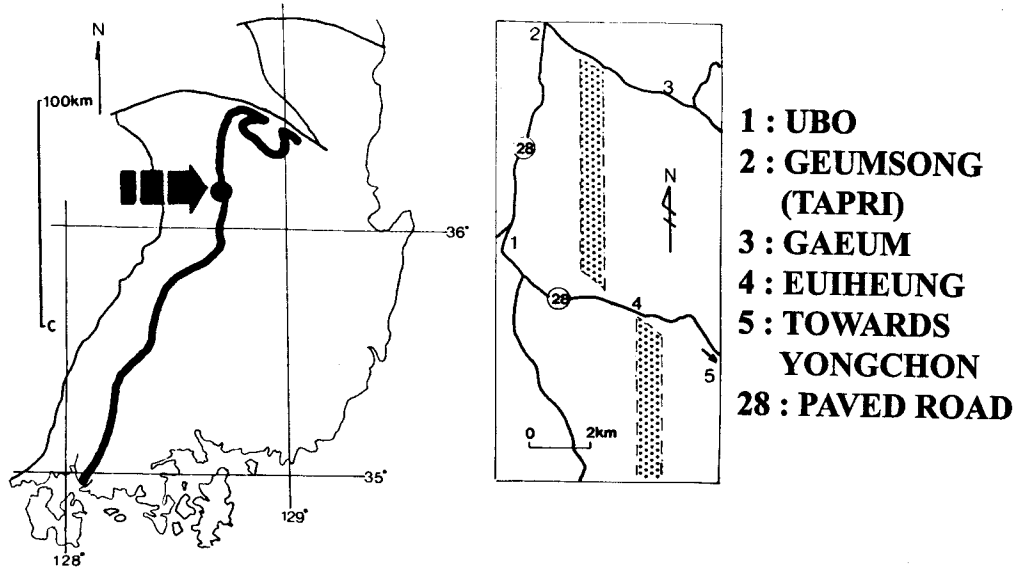
友保圖幅(1:25,000) 남측 인접 지역인 大栗圖幅(1:50,000)에서도 역시 點谷層내에서 鑛化帶가 확인되었으며, 그 位置는 軍威郡 악계면 백학동일대~운산동부근이다. 또한 八公山 以南인 大邱 西南 延長 地域에서도 概查 結果 鑛化帶의 徵候가 觀察되었으며, 圖幅의 북측 隣장부인 義城圖幅(1:50,000)에서도 역시 鑛化帶의 徵候가 認知되었다.

위와 같이 여러지역에서 관찰되는 本 鑛化帶는 당초, 층리면을 따라서 퇴적 광상이 배태되었고, 풍화작용 및 열수변질작용을 거쳐서 2차적으로 형성된 것으로 여겨진다. 따라서 이는 경상분지내에서 하부 點谷層準이 연장 분포하는 어느곳에서든지 발견될 수도 있다는 것으로서 매우 중요한 의미를 지니고 있다.

鑛種의 主成分은 Ilmenite, Hematite이고, 副成分으로는 Molybdenum(2,100-3,100 ppm), Copper(960 ppm), Zinc이며, 미량원소는 Cadmium, Gadolinium, Neptunium, Ruthenium, Tin 등이 비교적 높은 異常値를 보인다.

鑛化帶의 規模는 지표상에서의 폭이 貧富鑛帶 합해서 約 1 Km程度이고, 경사각은 約 10-12度 程度이며, 실 두께는 約 180m로써, 友保圖幅 內에서의 主向延長은

* 한국동력자원연구소(Korea Institute of Energy and Resources, 71-2, Jangdong, Daejeon 302-343, Korea)



- 1 : UBO
- 2 : GEUMSONG (TAPRI)
- 3 : GAEUM
- 4 : EUIHEUNG
- 5 : TOWARDS YONGCHON
- 28 : PAVED ROAD

Fig. 1. Location Map of ore-bearing sedimentary formation, Ubo Sheet(1:25,000). 1;Ubo, 2;Tabri, 3;Gaeum, 4;Euiheung, and 5:(toward) Youngcheon.

12Km에 달한다.

層 序

과거 조사된 1:50,000圖幅 軍威(장기홍 외, 1981) 및 大栗(김봉균 외, 1981)의 地質 系統表(Table1)에 의하면, 본 堆積鑛化帶의 층서적 위치는 點谷層에 속한다. 友保圖幅(최위찬 외, 1990)에서는 含鑛堆積層들을 下部 點谷層에 놓고, 4個의 단위층으로 세분하였으며, 上部 點谷層도 4개의 지층으로 區分하였다(Table 2, Fig 2).

含鑛堆積層들은 하부로부터 鑛化帶의 징후를 보이는 녹회색 셰일 우세대(두께 50m)를 거쳐, 녹회색 셰일/이암(박층의 저색 셰일 포함)으로 주 구성되는 제1부광대(두께 60m), 담회색 사암대(두께 20m) 및 녹회색 셰일/사암 우세대인 제2부광대(두께 50m)로 세분된다.

상부 點谷層은 含鑛堆積岩層 이후부터 과거의 義興礫岩層準이전까지를 綠灰色 셰일帶와 砂岩 優勢帶로 2구분하고, 2組의 義興礫岩層準 이후를 상위대로 구분하였다. 이 上位帶는 主로 綠灰色 셰일帶/砂岩으로 構成되며, 薄層의 저색셰일/砂岩 및 延長이 不良한 礫岩層을 3組 挾在한다.

含鑛堆積岩層의 산상

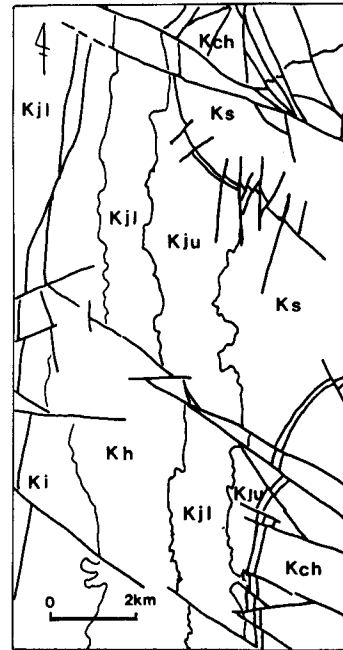
鑛化帶를 이루는 주 構成岩은 一般的으로 數 Cm 두께의 石灰質薄層을 갖는 녹회색~암회색 이회암~셰일 또는 薄層의 저색 셰일이나, 저색 셰일 층내에서는 石灰質薄層을 갖지 않기도 하며 이 경우에는 단지, 불규칙한 배열을 갖는 소규모(2×10mm정도)의 석회질 침상결정들의 집합체가 층리면에 평행하게 발달한다. 그러나 담회색 사암내에서는 광물질이 전혀 관찰되지 않는다.

야외에서는 鑛化帶를 識別할 수 있는 특징으로는, 첫째, 풍부한 철물질의 影響으로 암갈색의 풍화대가 觀察되며, 둘째, 비교적 풍화된 노두에서는 1~數Cm두께의 石灰質 薄層이 흰색을 띤다. 石灰質 薄層內에서는 空洞(수mm~10m)이 풍부하며, 이 空洞內에는 2차적인 方解石 結晶들이 성장하고 있다.

鑛石 鑛物들은 주로 石灰質 薄層의 層理面을따라서 平行하게 胚胎되어 있으나 石灰質 薄層속의 空洞주변에 산점상으로 밀집되어 있기도 하며, 결정형은 침상, 주상, 입상 또는 불규칙한 형태로, 黑色 또는 銀白色의 光澤을 띤다. 조흔색은 흑색 또는 갈색(Indian red)을

Table 1. Generalized geological sequence of Gyeongsang Supergroup(after Gunwi and Daeyul Sheets,1981).

Gyung-sang Supergroup	Yuchon Group	Volcanic rocks
	~ Unconformity ~	
	Hayang Group	Sinyangdong Formation
		Chunsan Formation
		Sagog Formation
		Jomgog Formation
		Hupyongdong Formation
	Iljig Formation	
	Sindong Group	Jinju Formation
		Hasandong Formation
Nagdong Formation		



Kch:Chunsan Foramtion

Ks:Sagog Formation

[Kju :Upper Jommgok
Formation

[Kjl :Lower Jomgok
Formation (Ore-Bearing Zone)

Kh:Hupyongdong Formation

Fig. 2. Geological Map of UBo Sheet(1:25,00) showing ore-bearing sedimentary formation.

Table 2. Geological sequence of Jomgog Formation.

Jomgog Formation	Upper	4	Greenish gray shale/sandstone, intercalated with thin purple shale/sandstone and 3 beds of conglomerates
		3	Euiheung conglomerates(2sets)
		2	Light gray sandstone,intercalatedwith thin purple pebbly sandstone
		1	Greenish gray shale
	Lower	4	Greenish gray shale/sandstone(50m)
		3	Sandstone (20m)
		2	Greenish gray shale/sandstone, intercalated with 4 thin beds of purple shale(60 m)
		1	Greenish gray shale(50m)

보인다. 黑色의 鑛石 鑛物質은 약한 磁性을 띤다.

鑛石鑛物質들이 含有되어 있는 薄層間的 間격은 수 cm~수십 cm로써, 이러한 富鑛帶의 두께는 約 110m 에 달한다. 富鑛化帶와 鑛石鑛物質의 鑛후만을 보이는 貧富鑛帶는 兩者 공히 여러組의 構造等高線上에 正確히

延長 分布(우보도폭내에서의 走向延長 約12Km) 하고 있으며, 이들의 층후 및 品位 또한 一定하게 維持되어 있어 堆積鑛床으로 여겨진다.

그러나 石灰質 薄層內的 空洞의 形成過程이라든가, 또는 전반적으로 緩慢한 지층의 傾斜角(10~12度)에 垂直關係를 보이는 微細한 Extensional Fracture (두께 1 mm정도)들을 따라서 鑛石鑛物質들이 녹아내린 充填現象은 鑛石鑛物質들의 층리면에 따른 胚胎 以後에 熱水 變質作用(Hydrothermal alteration) 및 地下水에 의한 風化作用을 받은 影響이 아닌가 생각된다.

본 鑛化帶를 鑛단하면서 용이하게 관찰할 수 있는 노

두는 (1) 義城郡 金城面 대평마을 남쪽 절벽 및 능선, (2) 軍威郡 의흥 남측 절벽, (3) 軍威郡 산성면 花田里 피밭골 부근 등을 들 수 있다.

山城에서 의흥으로 향하는 황장재 남측 도로상에서는, 우천시에 광물질들이 떠내려 가면서 층리에 대해서 수직 방향인 절리면에 부화되는 현상을 관찰할 수 있다. 軍威郡 약계면 백학동 남쪽에서는 백악기 팔공산 화강암의 영향으로 자류철석화(Pyrrhotite)된 것이 관찰되는데 이는 본 광화대가 八公山 花崗岩 貫入 이전에 形成된 것을 시사한다.

含鑛堆積岩層 周邊의 地質構造

본 鑛化帶를 포함하는 제반 堆積岩層들은 일반적으로 남북주향과 동측의 경사방향을 가지며, 경사각은 10도로써 매우 완만함을 보인다.

본 鑛化帶 또는 周邊에서 관찰되는 構造的인 변화樣相은 전형적인 쇄성변형(Brittle deformation)으로써, 1) Listric faulting, 2) Volcanogenic cauldron subsiding, 3) Sinistral strike-slip faulting의 순서로 형성되었음이 인지된다 (Fig. 2).

Listric Faulting

본역에서의 Listric faulting은 남북의 주향을 가지며, 경사방향은 대체로 동측이고, 경사각은 60-80도로써 고각도를 이룬다. Listric faulting은 본역에서 가장 먼저 일어났던 변형과정으로써, 노정된 규모는 대소의 변화가 다양하다.

Table 3. 방사화학 분석 결과.

	1 (ppm)	
K-42	0.16285E + 0.5(10.9)	0.18211E + 05(4.2)
NA-24	0.29732E + 0.5(3.6)	0.40290E + 05(3.6)
CU-64	<0.96249E + 0.3(19.6)	0.90831E + 03(19.9)
CD-115	<0.12068E + 0.3(15.2)	<0.47297E + 01(13.5)
W-187	0.46335E + 0.1(19.8)	0.73622E + 01(15.6)
LA-140	0.23953E + 0.2(18.7)	0.52870E + 03(19.6)
GD-159	0.18931E + 0.3(18.6)	0.23739E + 04(17.2)
MO-99	0.21125E + 0.4(17.4)	0.31052E + 01(15.1)
NP-239	0.37250E + 0.2(9.9)	<0.74441E + 01(11.6)
SC-46	0.67865E + 0.1(6.3)	0.94695E + 01(6.3)
CR-51	0.35438E + 0.2(7.7)	0.45455E + 06(7.1)
FE-59	0.65758E + 0.5(5.1)	0.10102E + 05(5.1)
CO-60	0.21204E + 0.2(3.8)	0.22206E + 02(3.8)
ZN-65	0.13080E + 0.2(10.6)	0.45957E + 02(11.0)
SE-75	0.10718E + 0.1(12.6)	0.17469E + 00(11.0)
RB-86	0.59484E + 0.2(11.5)	0.12098E + 03(18.6)
SR-85	0.10092E + 0.3(18.1)	0.11721E + 03(17.3)
ZR-95	0.98524E + 0.2(13.5)	<0.96359E + 02(14.2)
RU-103	0.44968E + 0.1(12.9)	0.13928E + 00(11.7)
AG-110M	0.12686E + 0.1(17.4)	<0.28196E + 00(15.7)
SB-124	<0.35744E + 0.0(10.9)	0.41951E + 00(18.0)
CS-134	0.21981E + 0.1(14.5)	0.52431E + 00(16.8)
BA-131	0.95493E + 0.2(12.6)	0.41525E + 03(16.1)
HF-181	0.16402E + 0.1(16.7)	0.24681E + 01(14.2)
TA-182	0.18700E + 0.0(18.0)	0.45722E + 01(10.8)
SN-113	0.67025E + 0.2(14.7)	<0.40969E + 02(10.7)
PA-233	0.59221E + 0.1(7.4)	0.86356E + 01(6.8)
CE-141	0.31457E + 0.2(9.7)	0.50720E + 02(7.9)
YB-169	0.22667E + 0.1(13.5)	0.23557E + 01(16.4)
LU-177	0.20581E + 0.0(11.2)	0.39696E + 00(17.6)
TB-160	0.71988E + 0.0(12.7)	0.97485E + 00(15.1)
EL-152	0.10812E + 0.1(13.9)	0.10959E + 01(17.3)

+05:10°

(10.9): Error Limit (한국동력자원연구소 수행)

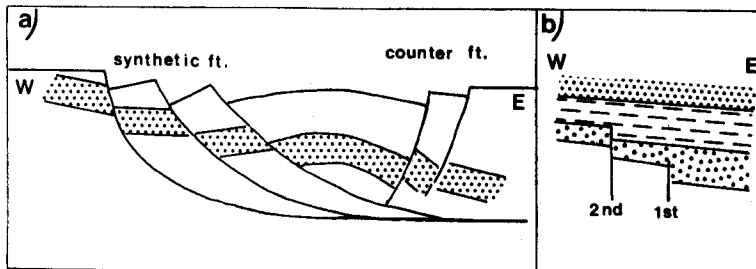


Fig. 3. Schematic listric fault, Nahodong, U-Bo Sheet (Not to scale) (a) Cartoon showing synthetic and counter fault pattern. (b) A sketch of growth fault showing backwards development.

이러한 樣相(Fig. 3a)을 고찰하여보면, 단층면의 경사 방향이 단층운동 진행방향과 일치되는 동쪽 경사면을 갖는 Synthetic fault들이 우세하게 나타나고 있으나, 반대방향을 보이는 Counter fault들도 수반되어 나타난다.

아외에서는 흔히 심한 풍화작용과 제4기층의 분락 및 植生으로 인하여, 임의의 기준층준(Marker)이 단층운동에 의한 반복노출현상을 인지하기 어려우나, 단열(Fracture)의 頻度急増 또는 운동방향을 지시하는 단열계 양상 등의 방법으로 단층운동의 파악이 가능하다.

본역에서의 Listric faulting은 대부분이 堆積이후에 일어난 樣相을 보이나, 가끔 노두상태가 양호한 곳에서는, 부분적이거나 堆積동시성 단층현상(Fig. 3b)을 관찰할 수 있다. 즉 임의의 단층 직상부의 지층은 단층작용을 전혀 받지않은 상태가 간혹 나타난다. 이 경우에는 성장단층이라 할 수 있겠으나, 본역에서 관찰된 노두에서 성장단층의 형성순서는 동측에서 서측으로 진행된 과정으로 해석되며, 단층작용을 기준으로 하여 서측보다 동측이 상대적으로 갑자기 두꺼워지고, 소규모(수십 Cm 정도)의 선상堆積현상이 관찰되기도 한다.

이런 현상은 鑛化帶 연장분포지역내에서도, 몇군데 관찰되나, 이 보다는 鑛化帶지역 밖인 羅湖洞과 友保역 전등의 도로변에서는 관찰이 용이하다. 본역에서는 대규모의 성장단층은 인지 되지 않았다.

火山性 圓形 陷沒 斷層 運動

본 堆積鑛化帶의 주향방향이기도 한, 남북연장(단, 우보도폭 역내로 한정)은 각각 金城山圓形 陷沒 斷層 화산암 복합체(북측) 및 華山 火山암 복합체(남측)의 화산활동에 기인하는 圓形 陷沒 斷層帶에 의하여 활꼴형의 단층운동을 받은것처럼 여겨지나(Fig. 2), 본 堆積鑛化帶 자체는 사실상 함몰형 단층운동의 영향권 밖에 있는 관계로 지표상에서는 전혀 교란을 받지 않았으며, 이 보다는 후기에 발달한 좌수향 주향이동 단층에 의해 영향을 받았다

그러나 상부 點谷層은 원형함몰단층운동을 받은 결과, 본 도폭역 義興부근에서부터 주향연장 남쪽방향인 화전리간 지역에서는 상부 點谷層의 대부분이 호상으로 잘리워져 함몰되었음을 알 수 있다(Fig. 2).

左手向 走向移動 斷層 運動

본역의 堆積岩層들은 주향이동단층운동의 영향을 받아, 전반적으로 좌수향으로 이동되었는데 그 수평이동량만 산출해보면, 塔里~桂音간 지역에서 약 4Km, 의흥에서 약 2Km, 山城북측에서는 약 500m정도를 보인다(Fig. 2). 따라서, 북측의 塔里-가음간 단층운동이 가장

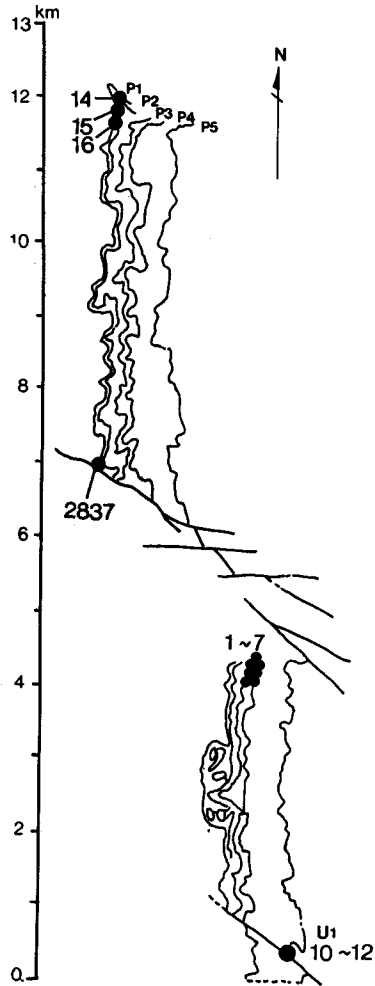


Fig. 4. Sampling locality map for assaying with relation to stratigraphic sequence, Ubo Sheet(1:25,000). P1-P5;Ore-bearing horizons in sequence 1-16, U1,2837;sampling sites.

켰으며, 남쪽으로 갈수록 그 운동량은 현저히 감소되어, 팔공산 구조선(장기홍, 1975)에 이르기 까지에는 수평 운동은 별로 없었음을 알 수 있다.

상대적인 단층운동량을 뒷받침해주는 또 하나의 樣相은, 운동량이 클수록 단층의 형태는 일직선으로 연장되지 못하고, En echelon type(제형)의 소단층들이 배열되면서, 서로 연결된다는 점이다. 이런 현상은 탐리-가음 및 水西里-義興간 지역에서 그 규모가 크게 나타난다.

Echelon pattern을 보이는 단층선들은 주 단층운동의 주향방향(N 60° W도)에 대해서 남쪽으로 15도 정도의 사잇각을 유지하며, 역시 좌수향 운동방향을 갖는 것으로 보아, Synthetic faulting으로 분류된다. 이는 임의의 Coupling에서 야기되는 Riedel's fracture 형성과정과 같은 맥락에서 풀이된다고 본다.

分析結果

방사화학결과(Table 3, Fig. 4), 녹색색 세일(1) 및 저색 세일(2)에서 얻어진 분석치중 K, Na이상치는 세일에서 나타나는 것으로 볼수있다. 이중에서 Cu:0.096%~0.090% Gd:0.019%~0.0237% Mo:0.2112%~0.3105% NP-239:0.0037%~0.00074% Sn:0.0067%~0.0041%의 값은 높은 이상치이나, 특히 Mo의 경우 광석현미경 및 SEM으로는 관찰이 되지 않았다.

結 言

가. 본 광화대는 광석광물들의 배태양상이 층리를 따

라서 연속성 및 품위가 일정하므로 퇴적광상 기원으로 본다.

나. 본 광화대에서 산출되는 Molybdenum은 방사화학분석 결과 0.2~0.3%의 경제성이 있는 품위를 보여주고 있으나, 현미경하에서는 관찰이 안된다. 본 광화대는 팔공산 구조선 이남, 이북간의 경상분지 층서를 대비하는데 중요한 건층 역할을 할수 있다.

謝 辭

본연구중 실내연구 일부는 한국과학재단 연구비로 수행하였다.

參考文獻

- 김봉균, 정창희, 김수진, 양승영 (1981) 韓國地質圖, 1:50,000, 대울도폭. 한국동력자원연구소.
 장기홍, 이윤중, 박병권 (1981) 韓國地質圖, 1:50,000, 군위도폭. 한국동력자원연구소.
 장기홍 (1975) 한반도 동남부의 백악계 층서. 地質學會誌 11, p. 1-23.
 최위찬, 황재하, 윤옥, 송교영, 김동학 (1990) 우보도폭. 한국동력자원연구소.
 Koto, B., An Orographic sketch of Korea, Jour. Coll. Sci. Imp. Univ. Tokyo, 15-1, p. 160-180.

1991년 2월 25일 원고접수