

## 第3章 キチサンディク地区

### 3-1 調査方法

3年間の調査期間中、キチサンディク地区において、トレンチ調査（6本、1,409m）を含む地質調査及びボーリング調査を実施した。ボーリング調査量は次の通り。ボーリング及びトレンチ位置を Fig. II-3-1 に示す。

Table II-3-1 List of Drillings

Hole No.	Length	Direction	Inclination
MJJKK-1	107.8m	N13° E	-75°
MJJKK-2	100.0m	N23° E	-75°
MJJKK-3	124.6m	N13° E	-75°
MJJKK-4	84.0m	N13° E	-75°
MJJKK-5	100.0m	—	-90°
MJJKK-6	210.0m	—	-90°
MJJKK-7	93.0m	—	-90°
MJJKK-8	223.2m	—	-90°
MJJKK-9	87.3m	—	-90°
MJJKK-10	143.0m	—	-90°
Total	1,272.9m		

### 3-2 地 質

キチサンディク地区の地質図を Fig. II-3-2 に、地質断面図を Fig. II-3-3 に示す。

キチサンディク地区の地質は、主にカンブリア紀後期—石炭紀前期(ピゼアン期)の結晶質石灰岩と、これに貫入するペルム紀の花崗閃緑斑岩(チャルマンサイ複合岩体)から構成される。これらを中新世の礫岩が覆っている。

石灰質堆積岩は主に地区北部から西部に分布し、大部分が結晶質石灰岩となっている。一部にチャートを含む。各所に角礫化したゾーンが認められるが、衝上断層系の運動によって生じた破碎帯の可能性はある。貫入岩との接触部に層状スカルンを伴う。

花崗閃緑斑岩は優白質で、白色粘土化、炭酸塩化、緑泥石化及び珪化等の熱水変質を普遍的に受けている。北西—南東走向の脈状スカルンを伴う。

礫岩は、結晶質石灰岩、花崗閃緑斑岩のほかスカルン、砂岩の礫を含む。礫は直径最大数 10cm 程度、平均 3~10cm の円礫ないし垂円礫を主とする。基質は、礫と同質の砂粒サイズのもの为主とし、一部に粘土を伴う。

### 3-3 地質構造

石灰岩と花崗閃緑斑岩とは貫入関係にあり、その接触面は多くは北ないし西方に緩傾斜して、しばしば層状スカルンを伴う。石灰岩は、一部が巨大なゼノリス状に花崗閃緑斑岩体の中に取り込まれている。地区東部では南西に緩傾斜する衝上断層によって、礫岩層が花崗閃緑斑岩及び石灰岩の下部に潜り込んでいる。

裂罅系は、北西-南東方向の平行する複数の断層が地形から認められる。また同方向の南急傾斜の裂罅・節理が中央部鉍化帯に多数発達する。この割れ目に沿って、含銅・金脈状スカルンが形成されている。ボーリングで、多数の細礫状ないしは砂状の粘土混じり破砕帯を多くの箇所を確認したが、いずれも衝上断層系の破砕帯である可能性がある。

### 3-4 鉍化作用

#### (1) 鉍化のタイプ

本調査地区内の鉍化作用は次の 2 タイプに分けられる。

- ① 内成スカルン (endoskarn) : 花崗閃緑斑岩中に北西-南東走向で南西急傾斜の裂罅・節理が多数発達する。この割れ目に沿って、石灰岩との境界付近に脈状の銅・金を伴うスカルンが形成されている。頻繁に方解石-石英の細脈を伴う。主に中央部鉍化帯に分布するほか、北部鉍化帯などの層状スカルンの下部にも分布する。
- ② 外成スカルン (exsokarn) : 石灰岩と貫入岩との接触部には、石灰岩を母岩とする層状のスカルンが形成されている。北部鉍化帯などに分布する。なお珪灰石などのスカルン鉍物を伴う淡緑色ないし淡褐色の石灰岩 (弱スカルン化石灰岩) が調査地区内に広く分布しているが、不毛である。

#### (2) 鉍物

スカルン鉍物は主にザクロ石、単斜輝石と珪灰石からなり、他に微量のぶどう石を随伴する。鉍石鉍物としては、珪孔雀石、孔雀石のほか微量の黄銅鉍、斑銅鉍、輝銅鉍、コベリン、エレクトラムが認められる。鉄鉍物として針鉄鉍及び微量の黄鉄鉍を伴う。

斑銅鉍は MJKK-10 孔の方解石-石英細脈中に多数確認された。細脈の生成温度は流体包有物試験から極低温と見積もられ、斑銅鉍は二次富化作用により生成された可能性がある。

### (3)規 模

脈状スカルンの各脈の幅は 10～100cm 程度である。これらがスカルン脈の集合として幅数m から最大幅 25m 程度の複数の銅・金鉱体を形成している。全体としては主要裂罅系と同方向の北西－南東の方向性を持ったネットワーク状の鉱体と見なせる。これらの銅・金鉱体の集合体としての中央部鉱化帯 300×300m 程度の範囲に分布し、鉱化帯の下方延長は平均 10～20m 程度であると推定される。MJKK-2 孔で深度 90m 付近に 7.0m 間、1.29g/tAu の鉱化を確認したが、小規模低品位であり、地表までの連続性は期待できない。

層状スカルンの規模は地表部では石灰岩を花崗閃緑斑岩との緩傾斜の境界部に沿って、北東－南西方向に断続的に 2 km 以上断続する。地下では同境界面に沿い深部深く連続すると予想される。層状スカルンの厚さは 10m から 40m 程度である。

### (4)品位分析値

Table II-3-2 に、本調査で実施したすべてのボーリング調査のうち、主要な品位分析値を示す。また中央部鉱化帯地表の鉱化状況を Fig. II-3-4 及び Fig. II-3-5 に示す。

MJKK-2 孔にて、花崗閃緑斑岩中の脈状スカルンから、幅 7.00m 間、1.29g/tAu、MJKK-5 孔にて幅 0.30m 間、35.77g/tAu が得られたが、その他はいずれも平均 1g/tAu を超えない低品位であった。地表においては、中央部鉱化帯にて、3 鉱体、合計 4,944 m<sup>3</sup>、平均品位 1.94g/tAu を確認したが、深部への延長は良好ではないと判断される。

### (5)鉱化モデル

以上から、次の鉱化モデルが考えられる。

Fig. II-3-6 に鉱化モデル図を示す。

- ① 花崗閃緑斑岩が石灰岩に貫入したときに接触面に厚さ 5m から 40m の層状スカルンを石灰岩中に生じた。また石灰岩との接触面から平均 10～20m の距離の花崗閃緑斑岩中で、多数の北西－南東系の裂罅系に沿って脈状スカルンを生じた。石灰岩中には広く珪灰石を生じた。
- ② 既存の北西南東系の裂罅系を鉱液の通路として鉱化作用が起こり、既存の層状及び脈状スカルン中に銅・金を胚胎した。
- ③ 構造運動により、北－南、ないし北西－南東走向の低角度の多くの衝上断層によって分断された。
- ④ 中央部鉱化帯では緩傾斜で接触する石灰岩が削剥され、脈状スカルンが地表に露出した。また地中浅部の酸化帯中に緑色銅鉱で特徴づけられる銅・金の弱い二次富化帯を生じた。

## 3－5 鉱床賦存のポテンシャル

## 1) キチサンディク地区中央部鉍化帯

- ・花崗閃緑斑岩中の含銅・金脈状スカルンの集合からなる鉍化作用が認められる。さらにその下部の花崗閃緑斑岩中には、中央部鉍化帯と類似の含銅金脈状スカルン帯が分布する。(Fig. II-3-4)
- ・カットオフ品位を 1g/tAu とし、地表部は、3 鉍体、合計 4,944 m<sup>3</sup>、平均品位 1.94g/tAu にまとめられる (Fig. II-3-5)。
- ・上記鉍体の下部延長を 4 本のボーリングで探したが、最高 0.90g/tAu (8K212) を確認したにとどまり、分析試料の多くは 0.1~0.2g/tAu を超えない低品位の鉍化帯であった。
- ・この結果、推定鉍量 (C1 ないし C2 鉍量) として次の鉍量が計上できる。  
(仮定) 下方面積は上方面積と同じ。高さは最大限を見積もり 30m とする。  
(鉍量) 面積 4,944 m<sup>3</sup> × 深さ 30m × 比重 2.6 = 385,630t  
(金量) 鉍量 385,630t × 金品位 1.94g/t = 748kg
- ・以上のように、本鉍化帯は低品位であり、とくに地下では急激に品位が低下する。現状のデータでは、金量 0.7t の推定鉍量は計上できるが、まとまったポテンシャル鉍量は計上できない。

## 2) キチサンディク地区北部鉍化帯

- ・石灰岩下部の花崗閃緑斑岩との境界に接して、含銅・金層状スカルン帯が認められる。またその下部の花崗閃緑斑岩中には中央部鉍化帯と同様の脈状スカルンが認められた。
- ・地表トレンチでは、延長 16.2m 間に 1.33g/tAu、及び延長 9.8m 間に 1.10g/tAu の鉍化部を確認した。
- ・本鉍化帯の分布範囲は、およそ 1.5km × 0.7km である。
- ・層状スカルン帯に対して 6 本のボーリング探鉍を広範囲にわたり実施した結果、最高 0.25g/tAu (9K044) を確認したにとどまり、分析試料の多くは 0.1g/tAu を超えない低品位の鉍化帯であった。
- ・また層状スカルン帯に接して下部の花崗閃緑斑岩中の、脈状スカルンは 36.77g/tAu (8K510) 及び 0.62g/tAu (9K904) の 2 試料が高品位を示したほかは、0.1g/tAu 程度の低品位鉍化帯であった。
- ・以上の結果、この鉍化帯の金品位は地下では急激に低下し、高くても 1g/t を超えないものと推定される。
- ・広範な分布範囲に対して探鉍量は少なく高品位部の賦存する可能性を残してはいるが、以上

のように、本鉍化帯は極めて低品位であり、現状のデータでは鉍量は計上できない。

### 3) 既存ポテンシャル鉍量との乖離についての検討

当初、約 33t のポテンシャル金量が期待されていたが、本調査によりほとんど鉍量は計上できないことが判明した。この過大評価の原因について、次の通り検討した。

(1) 旧ソ連時代の 1973 年から 1976 年に、キチサンディク鉍床に対して組織的な探鉍が実施され、本地区の予想資源量が次の通り算出された。

鉍化帯	区 分	鉍 量	金品位	金 量
中央部	C 2 鉍量	3,710,700t	4.03g/tAu	15.0t Au
	P 1 鉍量	4,203,400t	3.63g/tAu	15.3t Au
	計	7,914,100t	3.82g/tAu	32.8t Au
北 部	C 2 鉍量	403,400t	4.30g/tAu	1.7t Au
	P 1 鉍量	201,700t	4.30g/tAu	0.7t Au
	計	605,100t	4.30g/tAu	2.6t Au
合 計	C 2 鉍量	4,114,200t	4.06g/tAu	16.7t Au
	P 1 鉍量	4,405,100t	3.66g/tAu	16.1t Au
	計	8,517,000t	3.85g/tAu	32.8t Au

この鉍量算出方法の要点は次の通りである。

- ・ データは、トレンチ、ピットなどの試料約 3,300 個の分析値が使われた。
- ・ 87 鉍体が設定された。
- ・ 鉍体は、板状をなし、水平的に 200m から 450m 連続すると仮定された。
- ・ 鉍体の幅は、0.3m から 4.4m、深度は一括 100m と設定された。
- ・ 品位の計算に鉍脈間のズリは考慮されていない。

(2) 本調査の結果、次のことが明らかとなった。

- ・ 下方への延長は最大でも 30m 程度しか期待できない。
- ・ 水平的連続性は、最大約 150m まで確認されたのみである。
- ・ 品位は、地表部で最高値を示し、地下では急激に品位が低下する。
- ・ 大規模採掘では分別の難しい鉍脈間のズリを考慮すれば、金属量は減少しないが、品位が 1/2 以下となる。

(3) 以上の通り、次のことが乖離の原因として挙げられる。

- ・ 鉱体の水平的連続性が小さいこと  
 鉱体の水平的連続性を 300m から 450m 程度と過大に見積もってあったが、本調査の結果、最大 150m 程度の連続性が確認されたにとどまった。
- ・ 鉱体の垂直的連続性が小さいこと  
 100m ほどの下方連続性を見込んであったが、地下で急激に品位が低下し、地表下平均 10m から 20m 程度しか連続しないことが判明した。

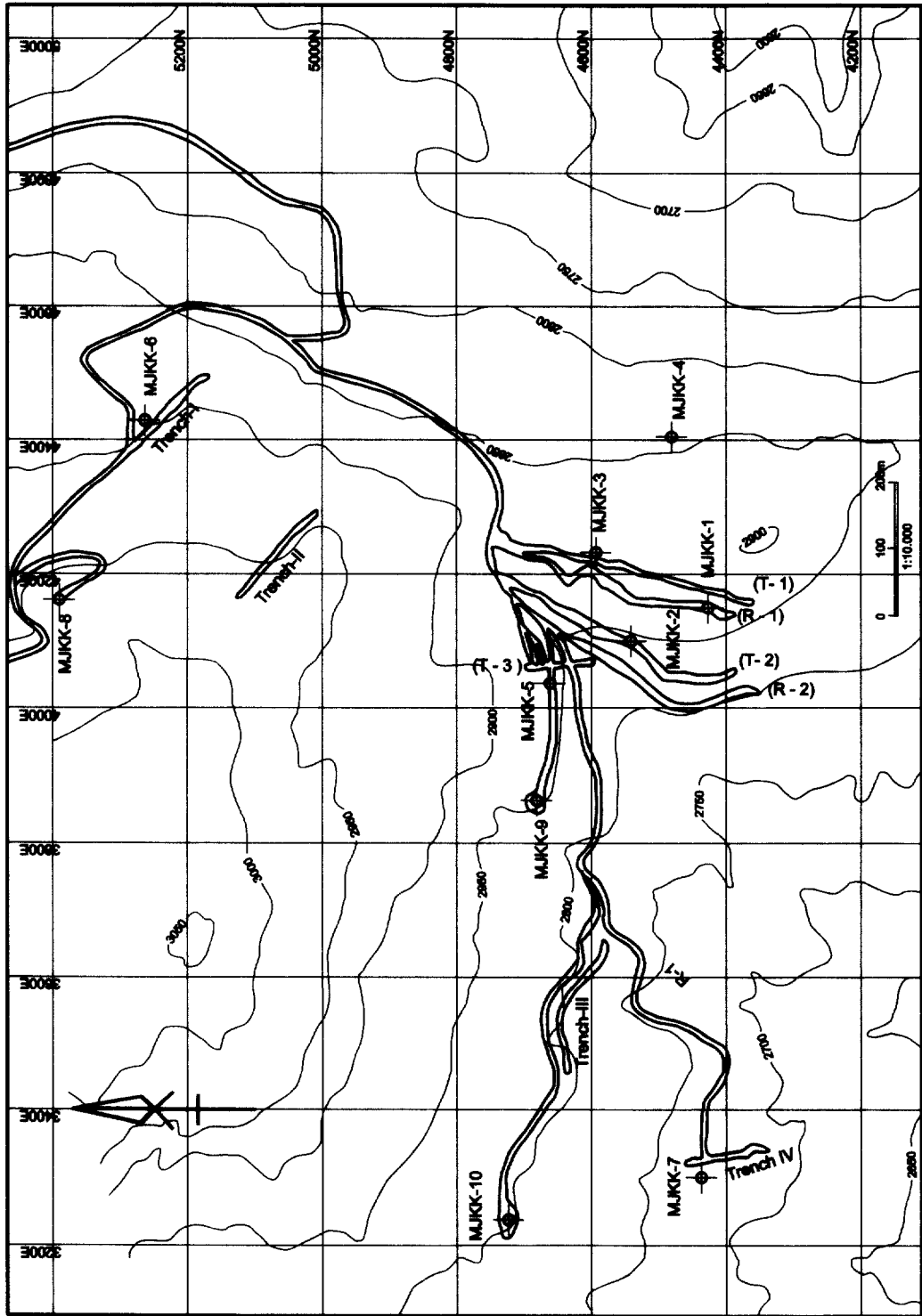


Fig. II -3-1 Location Map of Drillholes and Trenches in the Kichi-Sandyk District

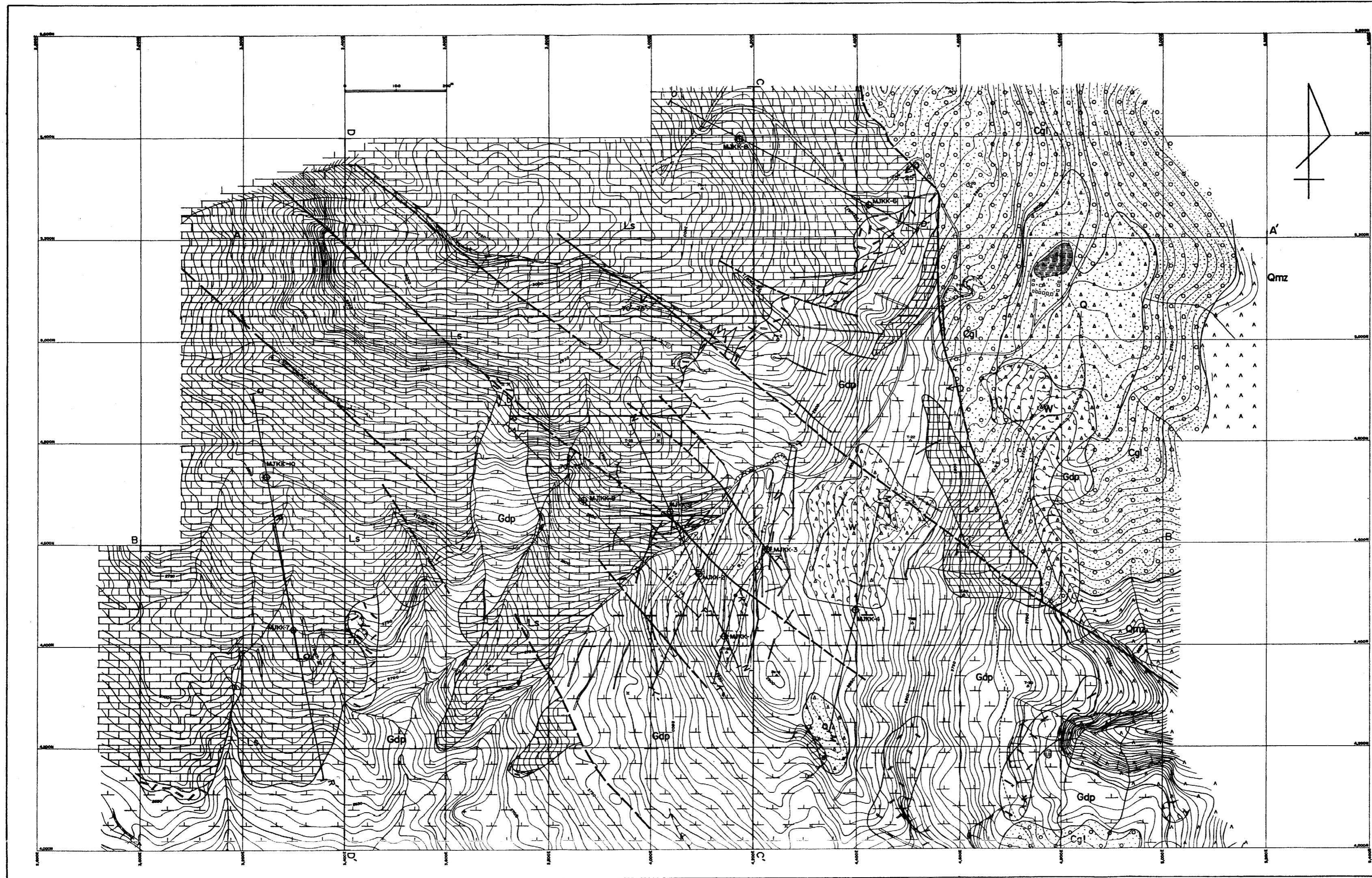
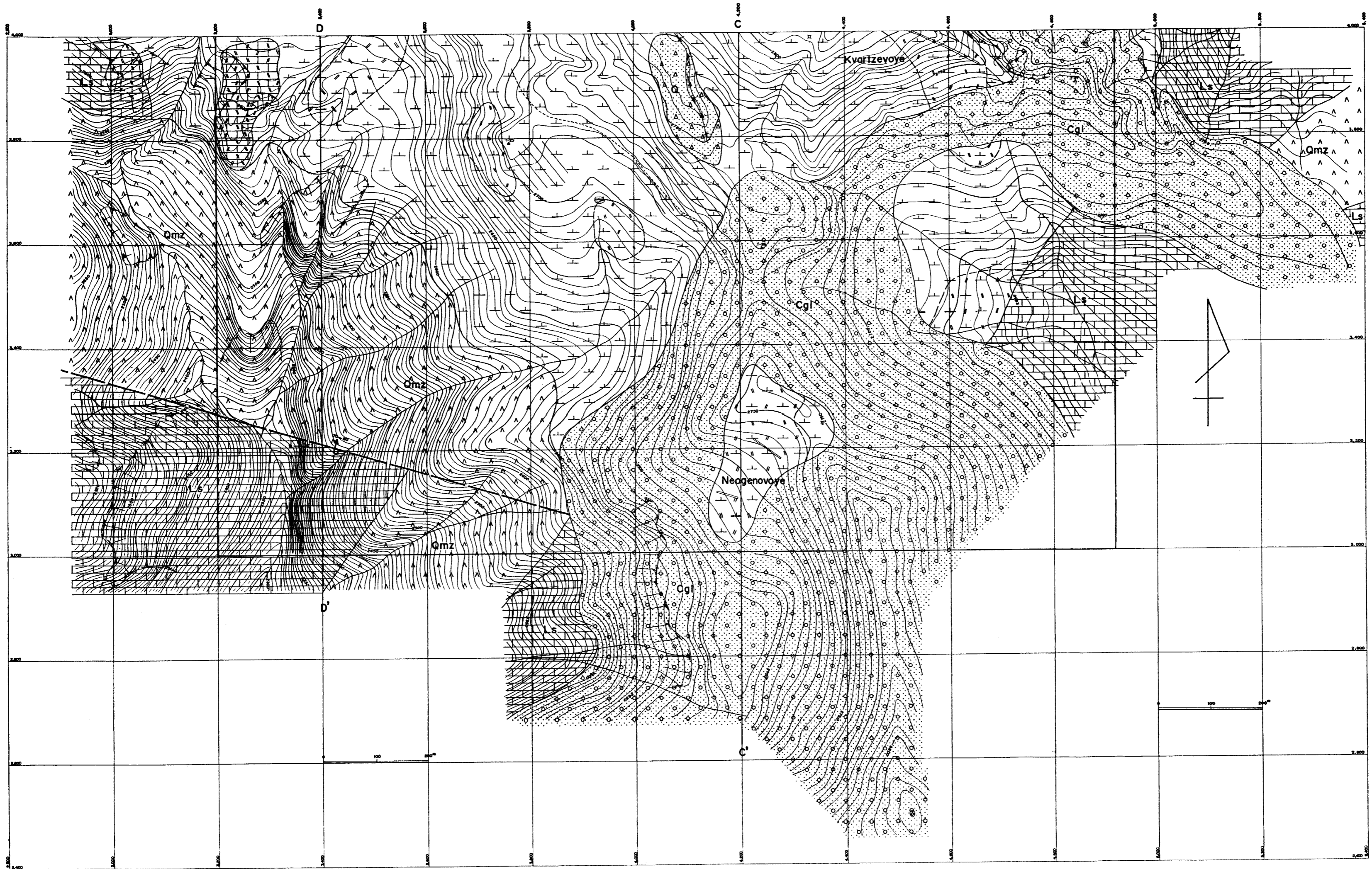


Fig. II-3-2 (1) Geological Map of the Kichi-Sandyk District

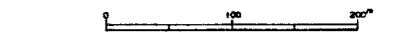
0 100 200





- LEGEND**
- W waste, ancient extractions
  - Quaternary Q sand, clay unconsolidated sediments
  - Tertiary C conglomerate
  - Carboniferous Ls limestone, marble
  - (Intrusive Rocks)
  - Permian Gdp granodiorite porphyry (volcanic complex)
  - Carboniferous Qmz quartz monzonite (granobasic complex)
  - massive slates (sed. slates)
  - slatified limestone
  - granodiorite porphyry
  - mineralized zone
  - strike and dip of strata
  - fault
  - inferred fault
  - geological survey area (1:2,000)
  - detailed geological survey area (1:1,000)

Fig. II-3-2 (2) Geological Map of the Kichi-Sandyk District



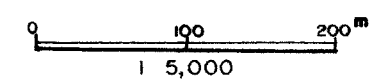
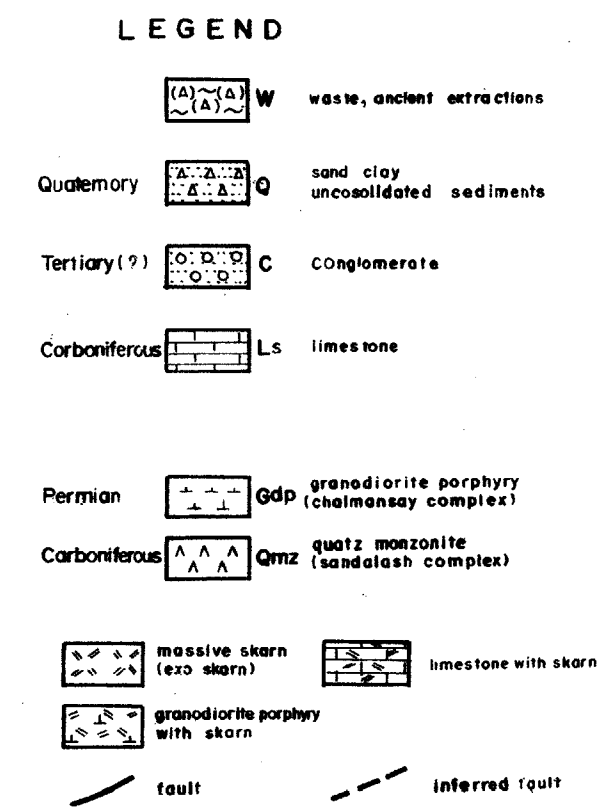
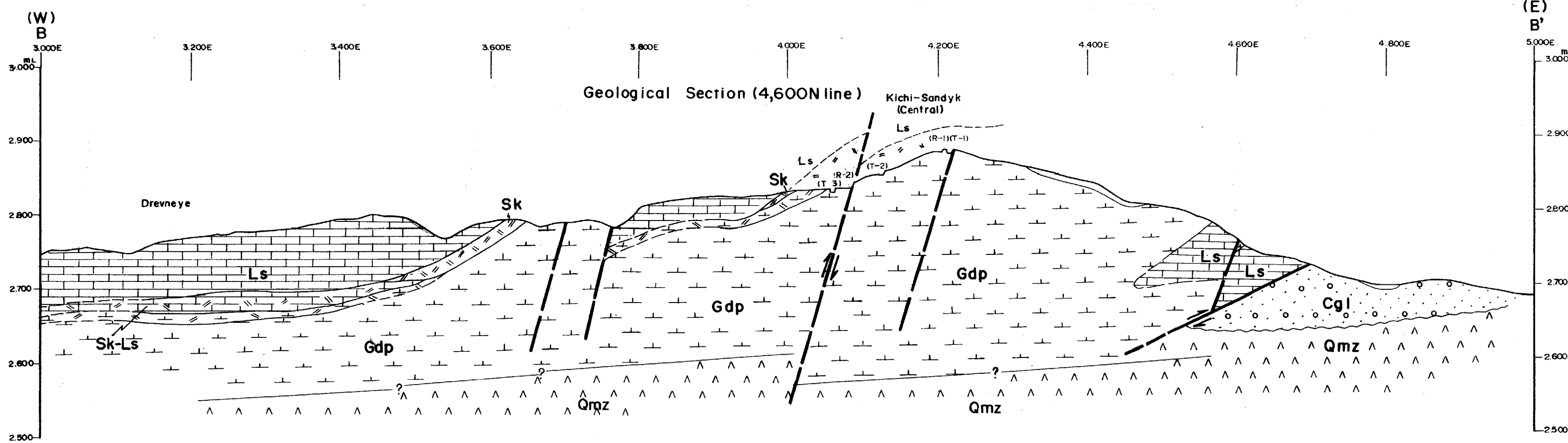
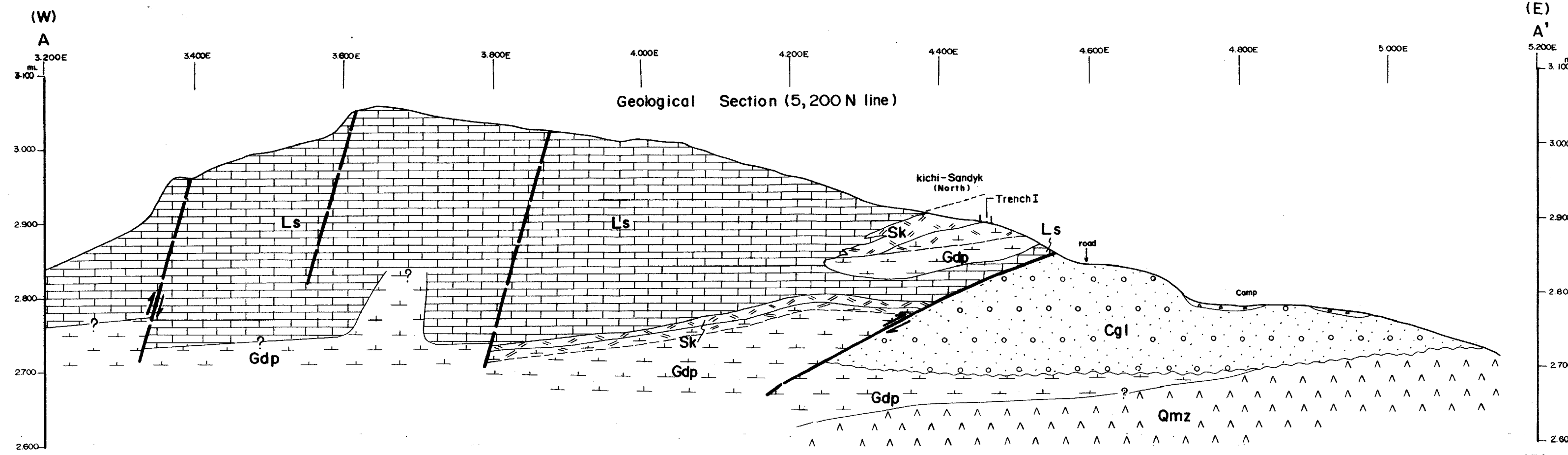


Fig. II-3-3 (1) Geological Cross Section of the Kichi-Sandyk District

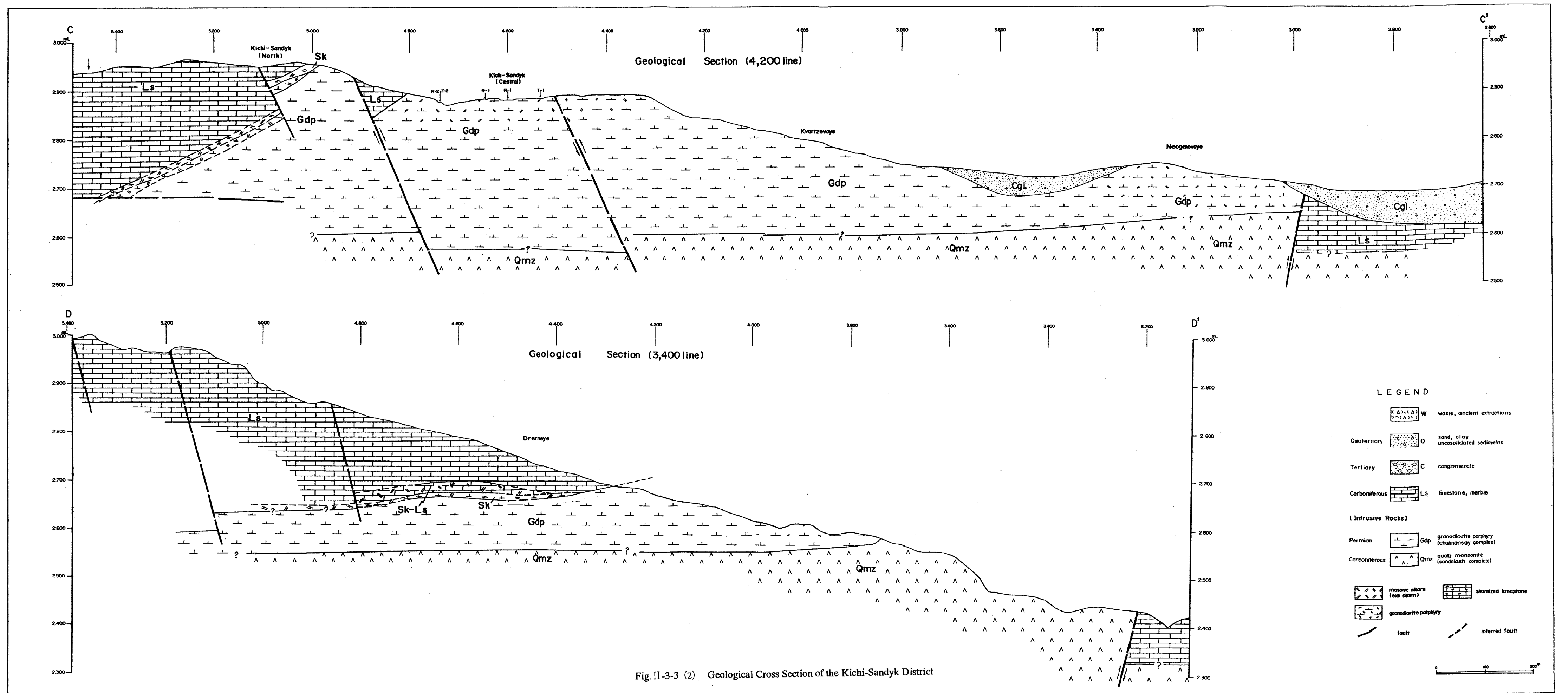


Fig. II-3-3 (2) Geological Cross Section of the Kichi-Sandyk District

Table II-3-2 Average Ore Grade of Each Major Mineralization Zone of Drill Cores  
(Phase II~III)

1. Vein-like skarn type

Hole No.	Depth (m)		Width (m)	Au Ave. (g/t)	Cu Ave. (%)	Reference
MJJKK-1	45.0	~ 46.1	1.10	0.23	0.00	max 3.47g/tAu(1.00m)
MJJKK-1	93.8	~ 94.8	1.00	0.20	0.03	
MJJKK-1	100.6	~ 102.5	1.90	0.13	0.03	
MJJKK-2	7.3	~ 13.2	5.90	0.27	0.04	
MJJKK-2	16.8	~ 23.2	6.40	0.43	0.05	
MJJKK-2	73.7	~ 84.2	10.50	0.17	0.02	
MJJKK-2	84.2	~ 91.2	7.00	1.29	0.05	
MJJKK-3	17.2	~ 18.2	1.00	0.10	0.03	
MJJKK-3	28.8	~ 30.8	2.00	0.50	0.06	
MJJKK-3	47.9	~ 54.2	6.30	0.41	0.02	
MJJKK-3	87.5	~ 89.0	1.50	0.13	0.01	
MJJKK-3	95.5	~ 97.7	2.20	0.23	0.00	
MJJKK-3	99.9	~ 102.0	2.10	0.10	0.00	
MJJKK-3	110.8	~ 112.8	2.00	0.17	0.00	
MJJKK-4	39.5	~ 42.6	3.10	0.19	0.01	
MJJKK-5	25.2	~ 33.1	7.90	0.24	0.13	
MJJKK-5	35.9	~ 36.2	0.30	35.77	2.76	
MJJKK-5	36.2	~ 38.2	2.00	0.44	0.07	
MJJKK-9	49.5	~ 49.7	0.20	0.62	0.07	
MJJKK-9	58.1	~ 58.5	0.40	0.06	0.05	
MJJKK-10	130.0	~ 141.0	11.00	0.13	0.02	

2. Layered skarn type

Hole No.	Depth (m)		Width (m)	Au Ave. (g/t)	Cu Ave. (%)
MJJKK-6	22.8	~ 23.8	1.00	0.11	0.01
MJJKK-6	35.7	~ 37.8	2.10	0.18	0.02
MJJKK-6	65.4	~ 66.0	0.60	0.12	0.04
MJJKK-7	28.4	~ 30.4	2.00	0.16	0.01
MJJKK-8	173.3	~ 175.7	2.40	0.10	0.06
MJJKK-10	95.0	~ 100.0	5.00	<0.03	0.14
MJJKK-10	105.0	~ 116.0	11.00	0.10	0.02
MJJKK-10	122.0	~ 130.0	8.00	0.06	0.01

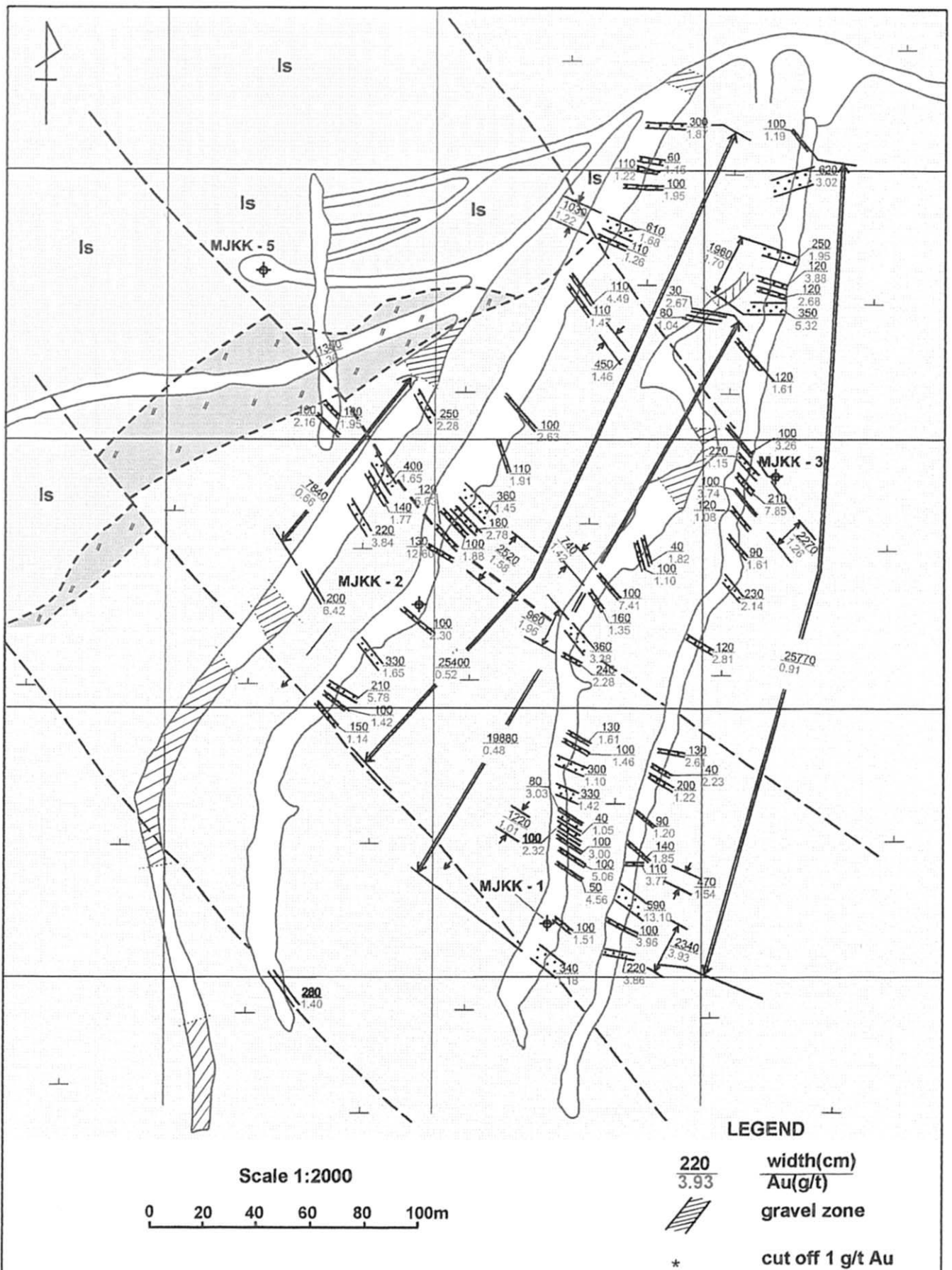


Fig. II-3-4 Gold Assay Map in the Kichi-Sandyk Central Mineralization Zone

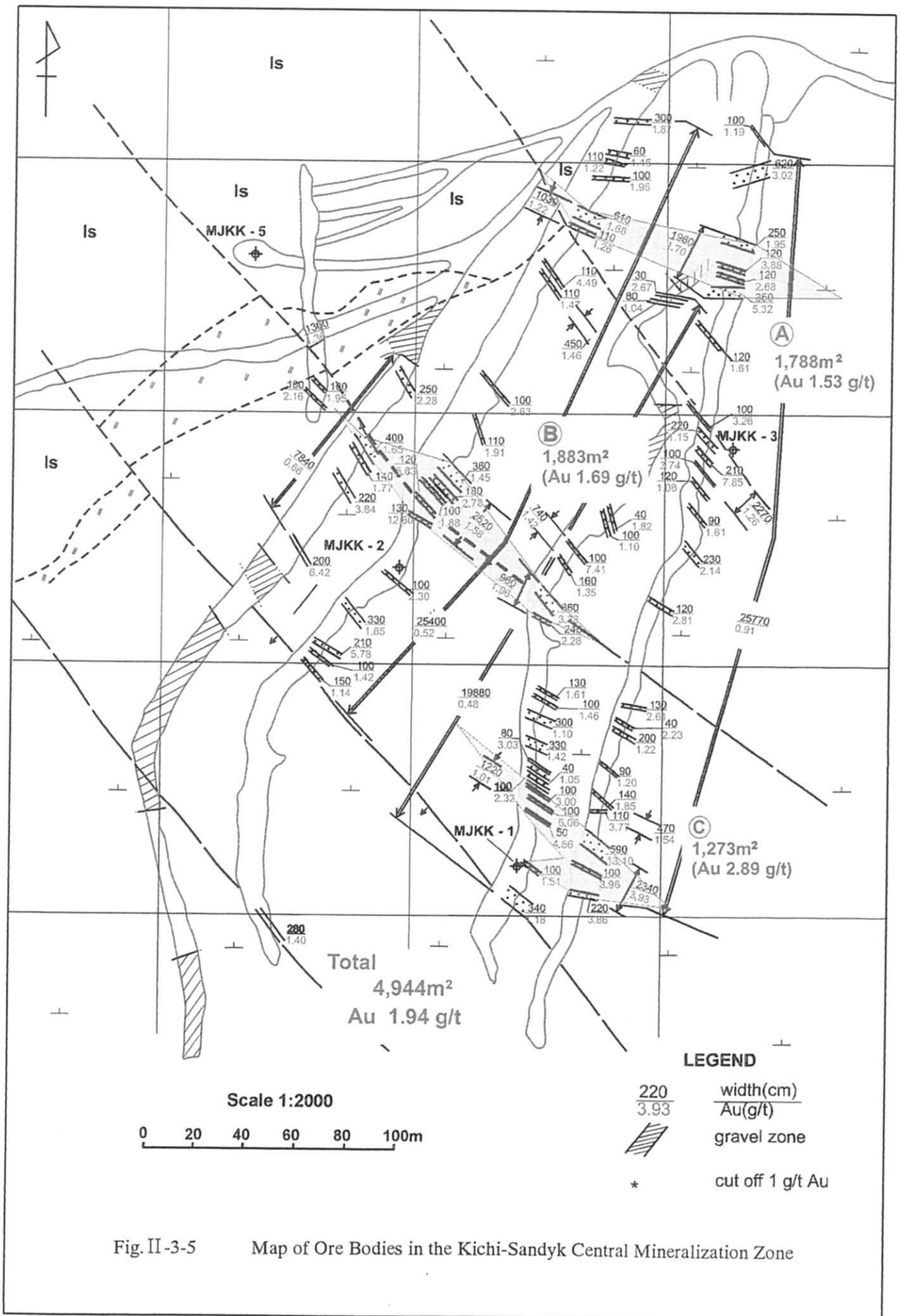


Fig. II-3-5

Map of Ore Bodies in the Kichi-Sandyk Central Mineralization Zone

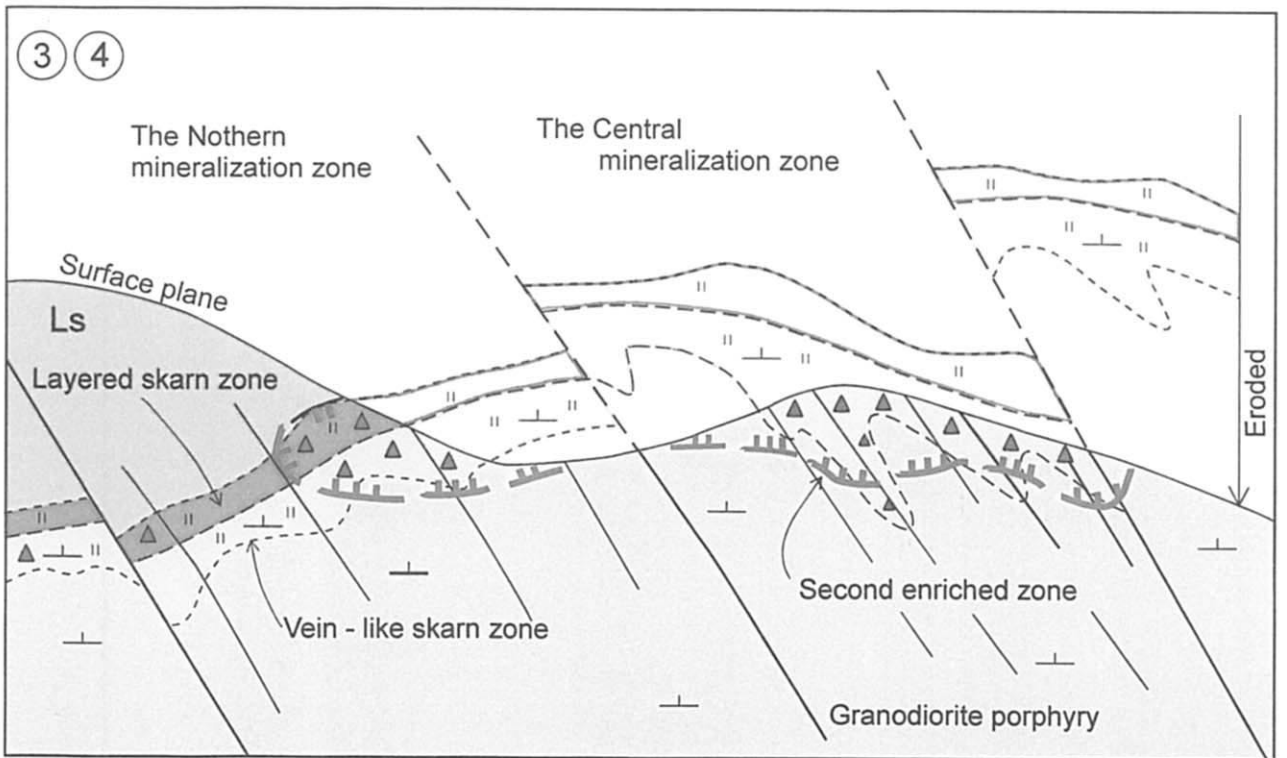
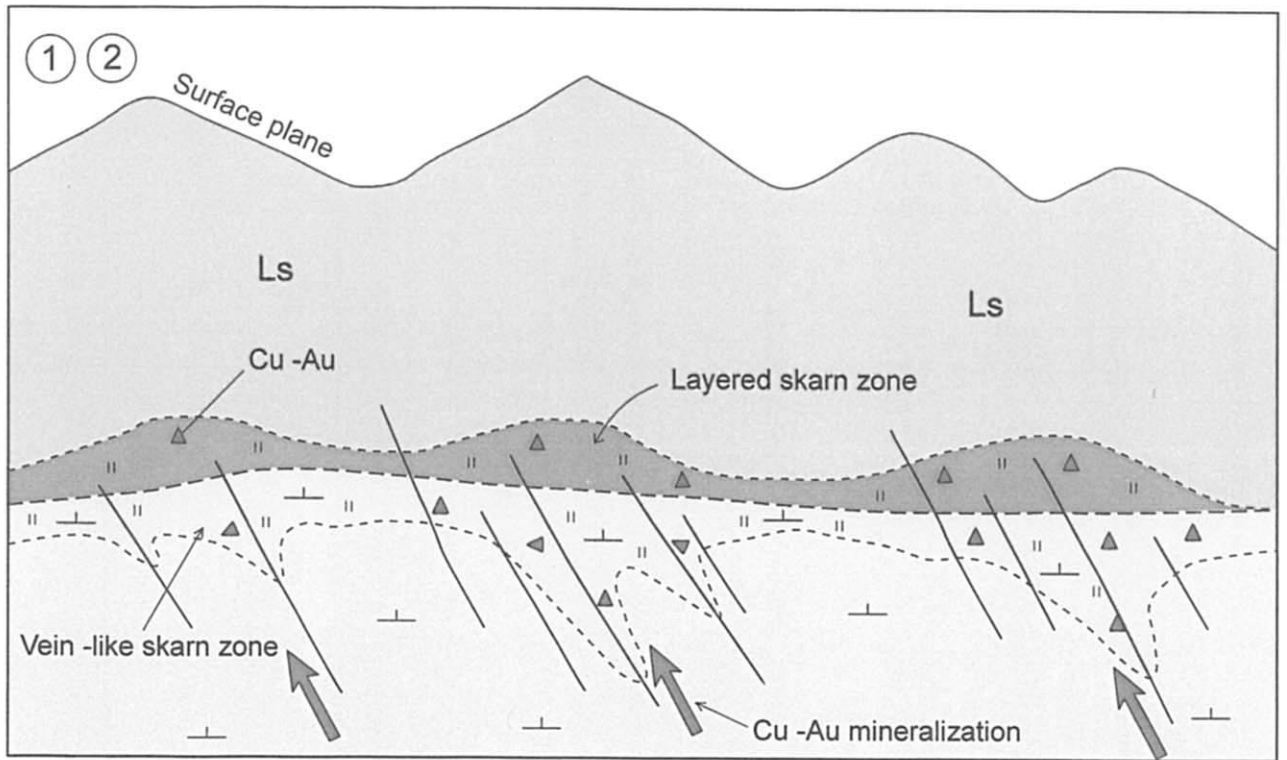


Fig. II-3-6

Model of the Mineralization of the Kichi-Sandyk District