

### 第 3 章 解析結果および考察

#### 3-1 解析結果

本調査の調査結果は、スペクトル IP 擬似断面図、位相差スペクトル図、マグニチュードスペクトル図、コール・コール図および位相差擬似断面図としてまとめた。これらの図を基にして解析を行った。

0.125 Hz から 8 Hz までのスペクトル特性に注目すると、本調査のスペクトル IP データは Table II-4 に示すように 5 個の類型に分類できる。

Table II-4 Classification of Spectral IP Data

	Type I	Type II	Type III	Type V	Type V
Phase Spectrum (0.125-8 Hz)	Peak near 1 Hz or flat	Flat or right-side-up	Right-side-up (its slope is greater than type II)	Negative coupling	Right-side-up (its slope is very large)
Magnitude Spectrum (0.125-8 Hz) and its slope	Right-side-down	Right-side down	Almost flat	Right-side down	Right-side down
	Large	Small		Small	Small
Cole-Cole Diagram (0.125-8 Hz) and length of horizontal curve	Left-side-down or flat	Flat	Flat	Downward curve	Upward curve
	Long	Short	Very Short		
Raw Phase at 0.125 Hz	High (more than -40 mrad)	Low (-10 mrad to -20 mrad)	Very Low (less than -10 mrad)	Very Low (-10 mrad to 10 mrad)	Ver Low (less than -10 mrad)
Coupling type	Normal	Normal	Normal	Negative	Normal (partially negative)

タイプ I は非常に強いスペクトル IP 異常であり、大量の硫化鉱物 - 輝安鉱、硫砒鉄鉱などにより生じたものと考えられる。このタイプは Line B の No 4 から No 6 の下部および Line C の No 4 から No 5 の下部に検出されている。

タイプ II は極めて弱いスペクトル IP 異常であり、少量の硫化鉱物により生じたものと推定される。このタイプは Line A の No 3.5 の深部と Line F の No 5.5 の地下浅所に検出されている。

タイプ III, IV および V は硫化物を全く含まない岩石を反映したものと考えられる。タイプ IV はネガティブカップリング現象を示している。この現象は、極めて強い比抵抗コントラストがある場合もしくは高比抵抗岩体中に高電導度のものが存在する場合に現われると考えられている。タイプ V はタイプ IV の周辺に検出されており、ネガティブカップリングからノルマルカップリングに移行する段階のスペクトルであり、ネガティブカップリングの影響を強く受けている。タイプ III は石灰岩や方解石のような硫化物を全く含まない岩石の標準的なスペクトルタイプと考えられる。

以下に、各鉱床のスペクトル特性について述べる。

### 3-1-1 タイ・トンB 鉱床地区

本鉱床地区には測線長 550 m の Line A を 1 測線設定した。鉱脈は No 5.5 の地下 75 m の深度に位置している。

Line A のスペクトル IP 擬似断面、各種スペクトル図および位相差擬似断面図 Fig. II-12, 13 および Fig. II-14-1~15 にそれぞれ示す。

スペクトル IP 擬似断面 ( Fig II-12 ) に示されるように、No 4 の深部に位相差  $-10 \text{ mrad}$  以上の極めて弱いスペクトル IP 異常が検出されている他は、鉱床と直接関連すると考えられる顕著な異常はみられない。この地区の地形は極めて急峻であり、地表面が水平な場合と異なり電流および電位の分布が極めて複雑になっていると推定されるため、擬似断面上でプロットした点での測定値がその点の物性値を代表しているとは限らない。従って、上記の極めて弱い異常は、分布する位置が異なっているが、タイ・トンB の鉱体に対応している可能性が大きい。

見掛比抵抗分布は、No 4.5 より南西部では  $5,000 \Omega m$  を越える高比抵抗 (特に、No 8 の浅所では  $85,200 \Omega m$  が検出されている) であるのに対し、北東部では  $2,000 \Omega m$  以下の低比抵抗 (No 1.5 下では  $355 \Omega m$ ) が分布している。この地点で、極めて強い比抵抗コントラストを反映するネガティブカップリングが地下浅所から深部にかけて検出されている。地質図では、Line A には物性測定で  $5,000 \Omega m$  以上の高比抵抗を示す塊状石灰岩が広く分布している。No 4.5 より南西部の高比抵抗は方解石脈を伴う塊状石灰岩を反映したものと考えられるが、北東部では  $2,000 \Omega m$  以下の低比抵抗を示しているので、北東部には石灰岩と全く異なる岩石・地層が分布していると考えられる。

No 7 と No 9 の間に、 $-5 \text{ mrad}$  よりわずかに高い位相差をもつ極めて弱い異常が検出されている。この異常の南東方には地質準精査によってほぼ NW-SE 方向の走向をもつ鉱徴が確認されているので、この異常は鉱徴の延長部によって生じた可能性が考えられる。

スペクトルタイプ II は No 3.5 の深部の極めて弱いスペクトル IP 異常付近に検出されているだけである。上記の箇所およびタイプ IV と V が分布する測線中央部を除いては、スペクトルタイプ III が広く分布している。

### 3-1-2 ビディ 鉱床地区

本地区では、Line B と Line C の 2 測線を、鉱床採掘跡と考えられる一連の池付近に各測線の中央をとり、一連の池に直交する  $N 80^{\circ}W$  方向に間隔  $100 m$  で設定した。

本地区には広く石灰岩類が露出しているが、鉱体のほとんどは採掘されており、採掘跡が池となっている。このため、鉱体を直接把握することは困難である。鉱石堆積場に残存する鉱石の調査から、本鉱体は、方解石脈に伴う金・アンチモン鉱床であり、アンチモンは輝安鉱の形で、また自然砒素、硫砒鉄鉱を伴っている。鉱脈の方向は NS 系と EW 系が卓越しているとい

われている。

調査結果を、Fig II-15~18 および Fig II-19-1~II-20-5 に示す。

スペクトルタイプ I の極めて強いスペクトル IP 異常が Line B の No. 4.5 の浅所から東傾斜で深部まで連続して分布している。この異常は  $2,000 \Omega m$  以下の低比抵抗で  $-80 \text{ mrad}$  以上の大きい位相差を示している。物性測定結果から、この異常は大量の輝安鉱と少量の硫砒鉄鉱を含む金・アンチモン鉱脈により生じたものと考えられ、この鉱体は異常の形態から東傾斜で深部へ連続している。

また、この異常の西側に、位相差が  $-20 \text{ mrad}$  で比抵抗が  $2,000 \Omega m$  程度のタイプ II の小規模なスペクトル IP 異常が分布している。この異常は、上述の異常と同様の鉱体により生じたものと考えられるが、硫化物の割合は小さく、方解石の割合が大きくなっているものと推定される。

一方、Line C の No. 4.5 の浅所に西傾斜で約  $100 \text{ m}$  深まで連続するタイプ I の小規模な強いスペクトル IP 異常が検出されている。この異常は低比抵抗 ( $1,000 \Omega m$  以下) と比較的大きい位相差 ( $-40 \text{ mrad}$  以上) を示す浅部異常であるが、Line B の東傾斜の異常と比較するとかなり弱い。異常は Line B と同様の鉱体により生じたものと考えられるが、鉱体の規模、傾斜方向および異常の強さが異なるので、これらの異常は全く異なる鉱脈によって誘起されたものと考えられる。従って、本地区に分布する鉱脈はかなり小規模な単位であろうと推察される。

これらのタイプ I およびタイプ II スペクトル IP 異常群の周囲にはネガティブカップリング現象がみられるが、これは、高比抵抗の母岩である石灰岩中に、高電導度 (低比抵抗) の鉱脈が存在しているために生じたものと考えられる。

Line B および C の位相差擬似断面図上で、周波数が増加しても類似のコンタパターンを示しているので、電磁カップリングの影響はみられない。

両測線の東西両端にみられる  $1,000 \Omega m$  以下の低見掛比抵抗は石灰岩を覆っている表土を反映したものと考えられる。

### 3-1-1 ビディ南部鉱床地区

本地区は、ビディ鉱床地区の南部に位置し、鉱床探掘跡と考えられる池が  $N80^\circ E$  方向に並んでいる。これらの池付近に測線の中央 No. 5.5 をおくように Line D, E および F の 3 測線をそれぞれ測線間隔  $100 \text{ m}$ ,  $120 \text{ m}$  で  $N10^\circ E$  方向に設定した。

本地区の調査結果を Fig II-21~26 および Fig II-27-1~II-32-3 に示す。

Line F の No. 5.5 の地表付近に「ハの字」形を呈したスペクトルタイプ II の極めて弱いスペクトル IP 異常が検出されている他は、鉱床に直接関連すると考えられる異常はみられない。この異常は No. 5.5 の地下浅所にある小規模な塊状鉱体により生じたものであり、少量の硫化鉱物 (輝安鉱) を含む方解石脈に対応するものと考えられる。この他にも、Line E の No. 5 下に極めて小さい位

相差徴候が検出されているが、これが鉍体によるものかは不明である。

上述のように、本地区では Line F で極めて弱いスペクトル IP 異常がみられる他は、他に鉍体と直接対応する異常が検出されていないのは、本地区では鉍体が探掘され尽くしてしまっているのか、あるいは、硫化鉍物が極めて少量の方解石脈に対してはスペクトル IP 法が適切な方法ではなかったためと考えられる。

Line D の № 8 下に極めて明瞭な比抵抗コントラストがみられる。北側は高比抵抗で、南側は低比抵抗であり、この境界部の浅所に「への字」形の極めて弱いスペクトル IP 異常が検出されている。北側の高比抵抗はパウ石灰岩類、南側の低比抵抗はベダワン層の頁岩にそれぞれ対応していると考えられる。両層は № 8 付近の垂直断層で接しており、上述の極めて弱い異常はこの断層に伴う黄鉄鉍鉍染または粘土によるものと考えられる。

Line D の位相差擬似断面の № 8 から南部では、周波数が高くなる程コンタが地表面と平行になる傾向が看取されるが、これは № 8 より南部では低比抵抗のベダワン層の頁岩が分布しているため、電磁カップリング現象が現われたことを示している。本地区では Line D を除くと電磁カップリング現象はみられない。

### 3-2 考 察

パウ地区のタイ・トン B、ビディおよびビディ南部の 3 鉍床地区で、総測線延長 3,300 m の 6 測線を鉍床または探鉍跡の走向に直交する方向に設定し、スペクトル IP 法電気探査を実施した。

これら 3 鉍床は、パウ石灰岩類中の方解石脈に伴う金・アンチモン鉍床であり、輝安鉍、砒素および少量の硫砒鉄鉍を含有している。

調査地域内および周辺から計 27 個の鉍石、岩石試料を採取し、これらの物性測定を行った結果、鉍石中の硫化鉍物（輝安鉍、硫砒鉄鉍）の含有量が大きければ、強いスペクトル IP 異常を生じるであろうことが判明した。

測定されたスペクトル IP データは、スペクトル特性などから 5 個のスペクトルタイプに分類できた。

- (1) スペクトルタイプ I は、 $2,000 \Omega m$  以下の低比抵抗と  $-40 \text{ mrad}$  以上の大きい位相差を示す極めて強いスペクトル IP 異常に対応し、硫化鉍物（主に輝安鉍）を大量に含有し方解石が少い鉍体によるものと考えられる。
- (2) スペクトルタイプ II は  $4,000 \Omega m$  以下の比較的低い比抵抗と  $-10 \sim -20 \text{ mrad}$  のやや小さい位相差を示す極めて弱いスペクトル IP 異常であり、タイプ I に比較してより少い硫化鉍物を含有し、方解石の割合が大きな鉍体に対応するものと考えられる。
- (3) 他の 3 タイプ（タイプ III, IV および V）は硫化鉍物を全く含まない、鉍床胚胎母岩である

石灰岩類および部分的には方解石、頁岩に対応している。

各地区ごとに、スペクトル IP 特性とそれらと地質との対比は以下の通りである。

(1) タイトン B 鉱床地区

Line A の No 3.5 の深部の極めて弱いスペクトル IP 異常 (タイプ II) は少量の硫化鉱物 (主に輝安鉱) を含有する方解石脈 (鉱脈) による可能性が考えられる。

No 5 を境として比抵抗のコントラストが強く、ネガティブカップリング現象を生じているが、南西部の高比抵抗は丘を形成する塊状石灰岩類を反映し、北東部の低比抵抗は石灰岩とは全く異なる岩石に対応するものと考えられる。

(2) ビディ 鉱床地区

Line B の No 4.5 の浅所から東傾斜で深部へ連続する、タイプ I の極めて強いスペクトル IP 異常は 3 地区中最大の異常であり、大量の輝安鉱を含有する東傾斜 (45°未満) の鉱体によるものと考えられる。

また、Line C の No 4.5 の浅所にみられるタイプ I の強いスペクトル IP 異常は浅部異常で、Line B の異常に比較して輝安鉱の含有量は小さい鉱体によるものであり、この鉱体は西傾斜であり、深部へ連続していないと考えられる。

これら 2 鉱体の傾斜、規模が全く異なるので、これらは全く異なる鉱脈で、本地区の鉱体は小規模なもの集合であり、しかも、硫化鉱物 (主に輝安鉱) の含有量も異っていると推察される。

(3) ビディ・サウス 鉱床地区

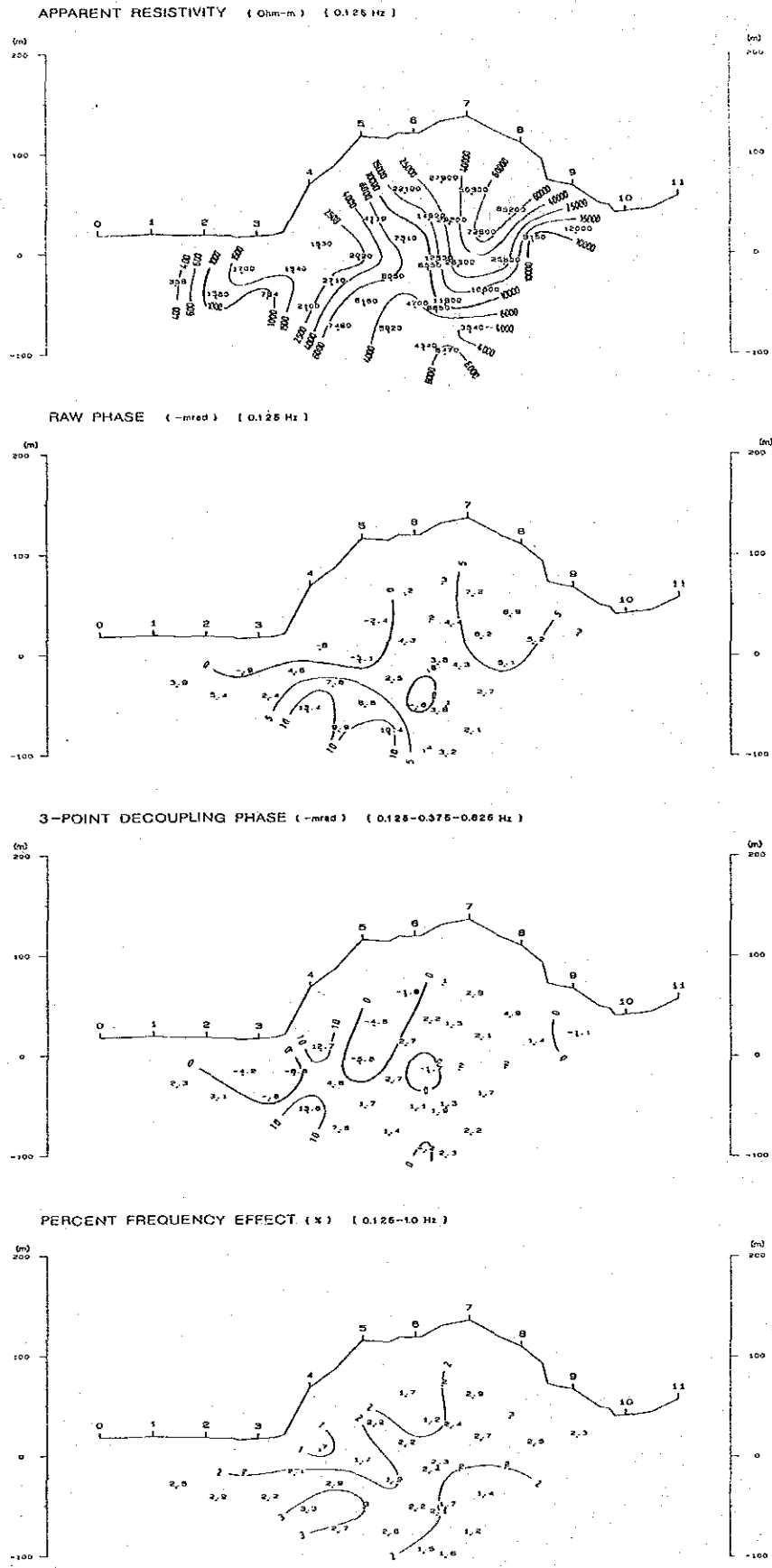
Line F の No 5.5 の浅所の極めて弱いスペクトル IP 法異常 (タイプ II) は少量の硫化鉱物を含む小規模な塊状鉱体によるものと考えられる。

この異常の他は鉱体によると考えられるスペクトル IP 異常がみられないので、鉱脈が既に採掘され尽くしてしまったか、あるいは、このような鉱床に対してスペクトル IP 法が適していなかったものと考えられる。

Line D の No 8 下の鉛直方向の顕著な比抵抗コントラストはパウ石灰岩類とベダワン層の頁岩の境界に対応し、鉛直断層の存在が推定される。

上述のように、スペクトル IP 法によって多量の硫化鉱物 (輝安鉱, 硫砒鉄鉱) を伴う金・アンチモン鉱脈の位置、形状および深部への連続性を解明することができた。本手法はこのような鉱床調査には有効な方法であると考えられる。

Line B 上の極めて強いスペクトル IP 異常については、その北限が把握されておらず、また、異常を誘起する鉱脈の特性も完全に把握されていない。異常の北限を抑えるために、Line B の北方に測線を設定し、スペクトル IP 法もしくは IP 法電気探査を実施し、さらに、スペクトル IP 異常源の特性を把握するために、Line B の No 5 から No 6 の間で深度 100 m 未満の試錐を実施し、得られた岩芯の物性測定と分析を実施することが望まれる。



**Fig. II-12 Spectral IP Pseudo-Section of Line A**

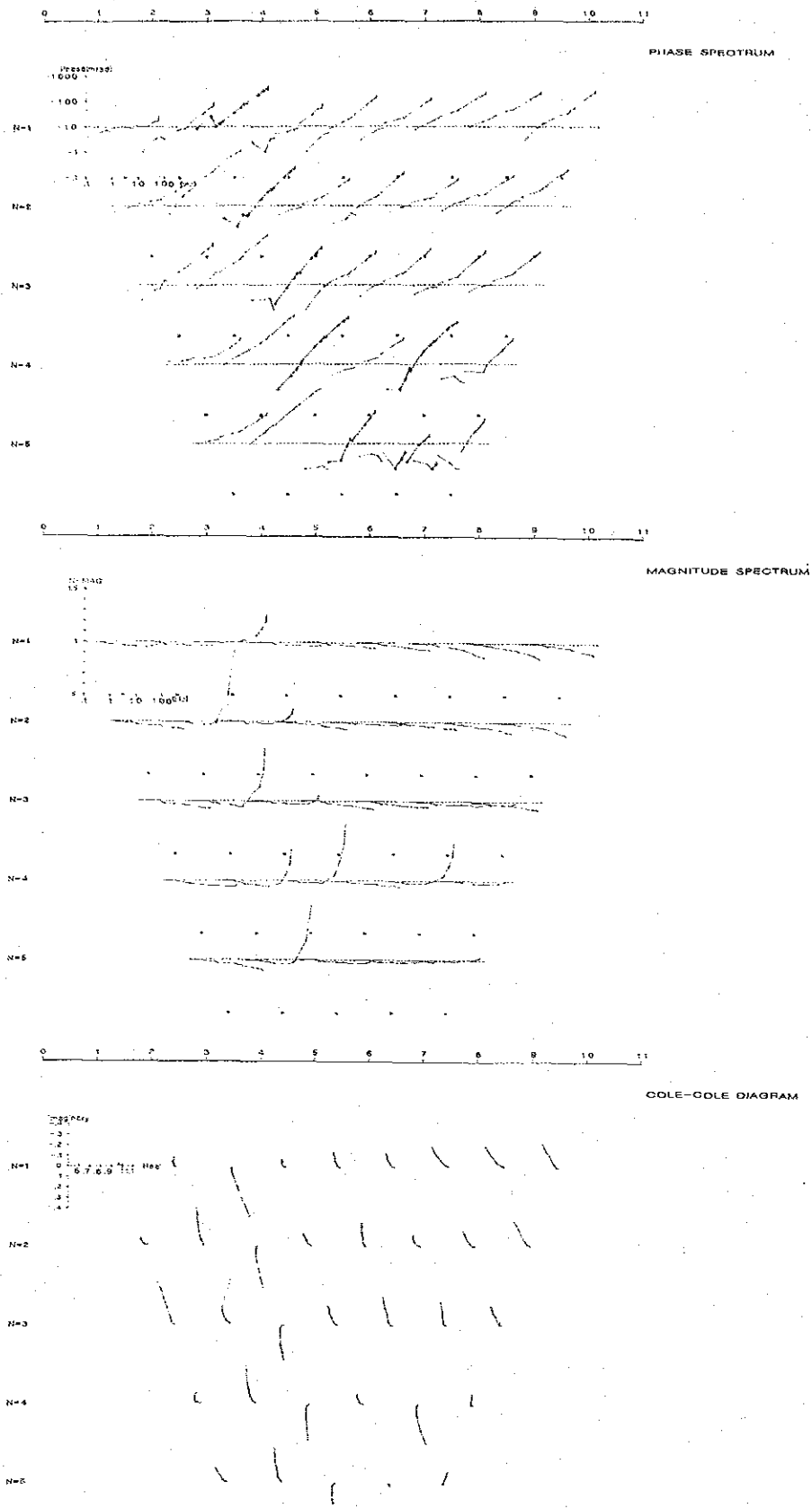
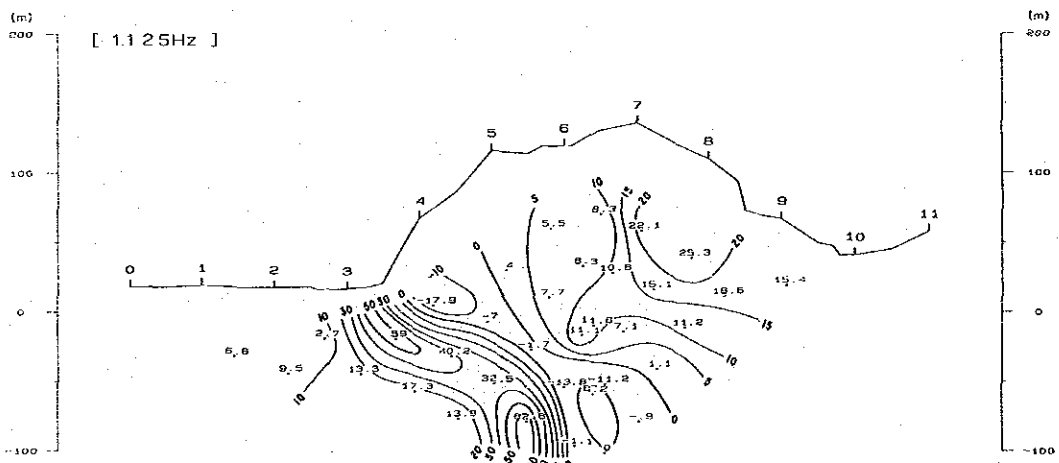
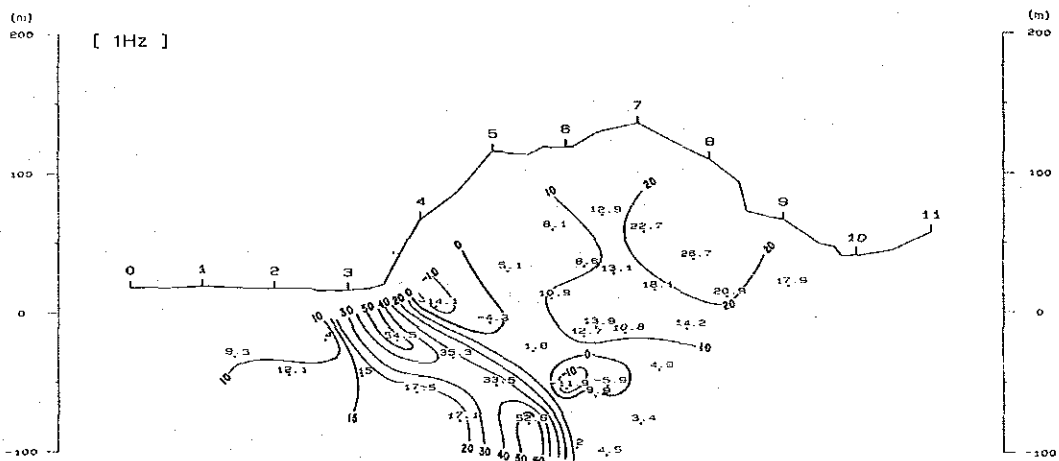
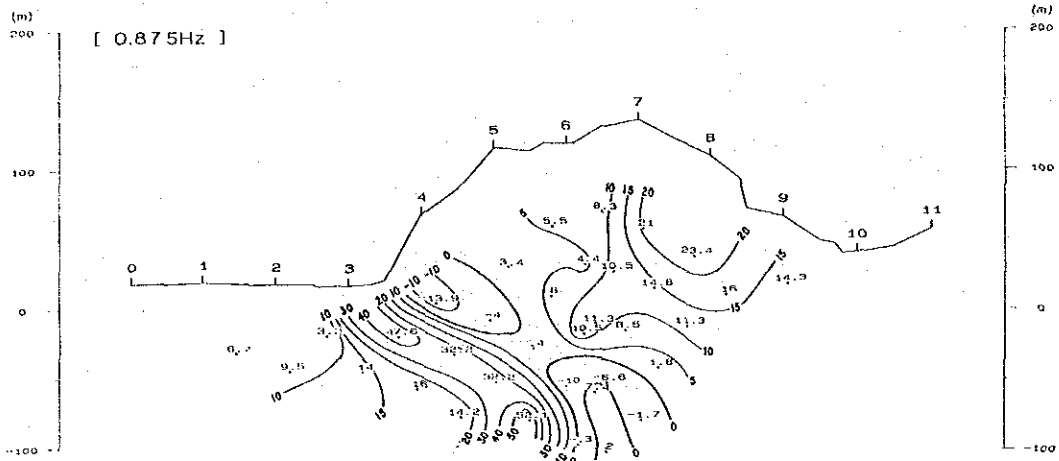
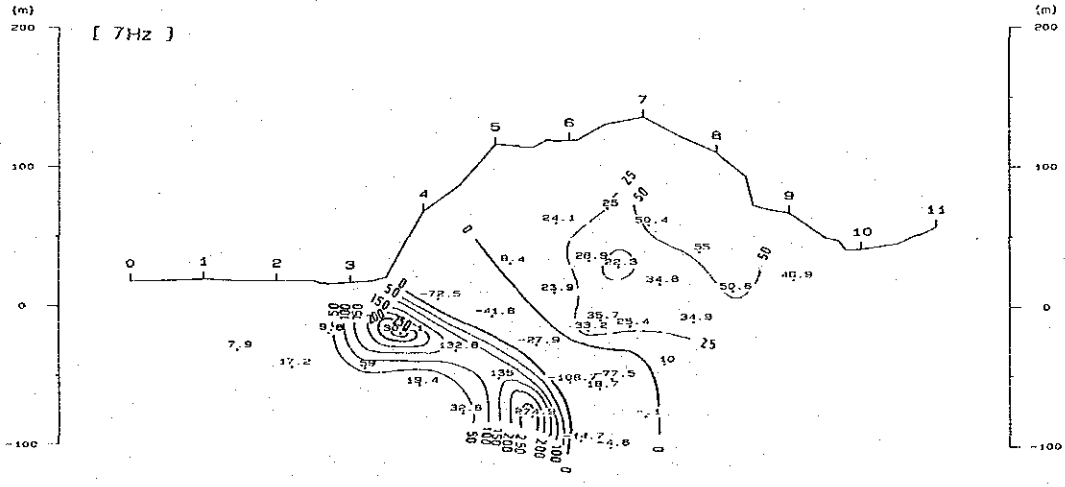
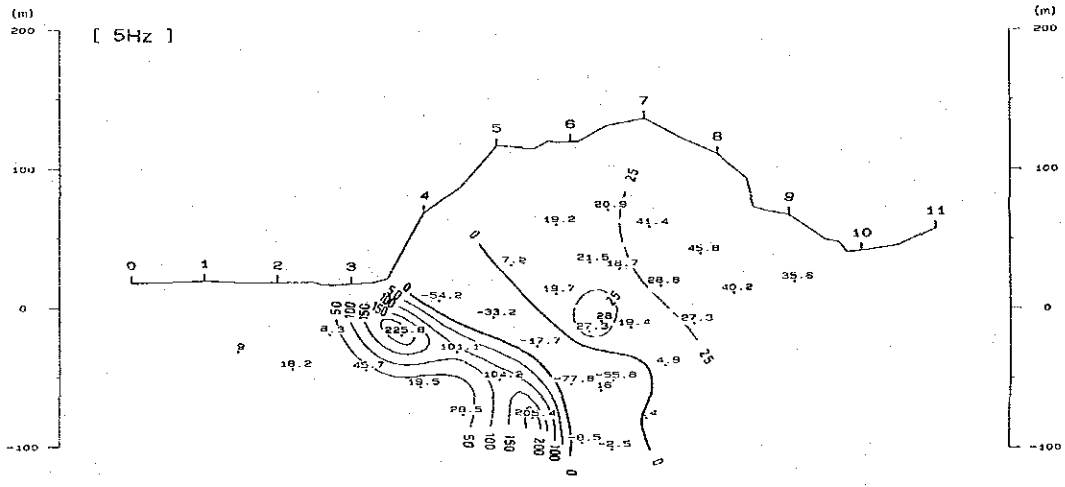
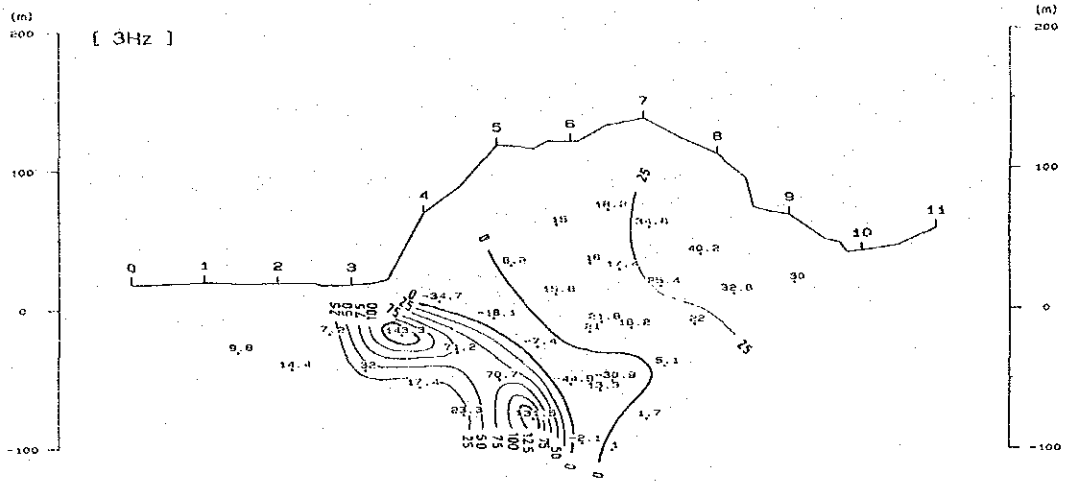


Fig. II-13 Spectrum Diagram of Line A









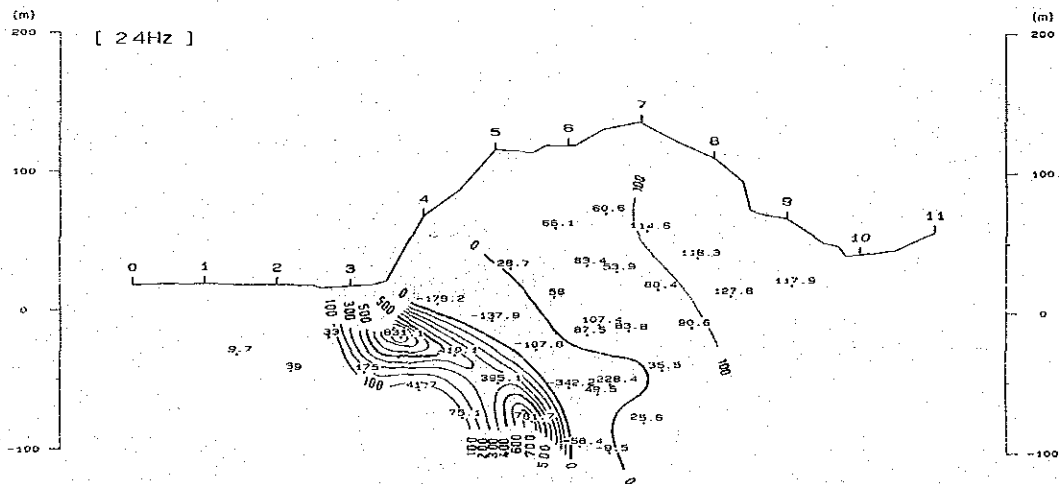
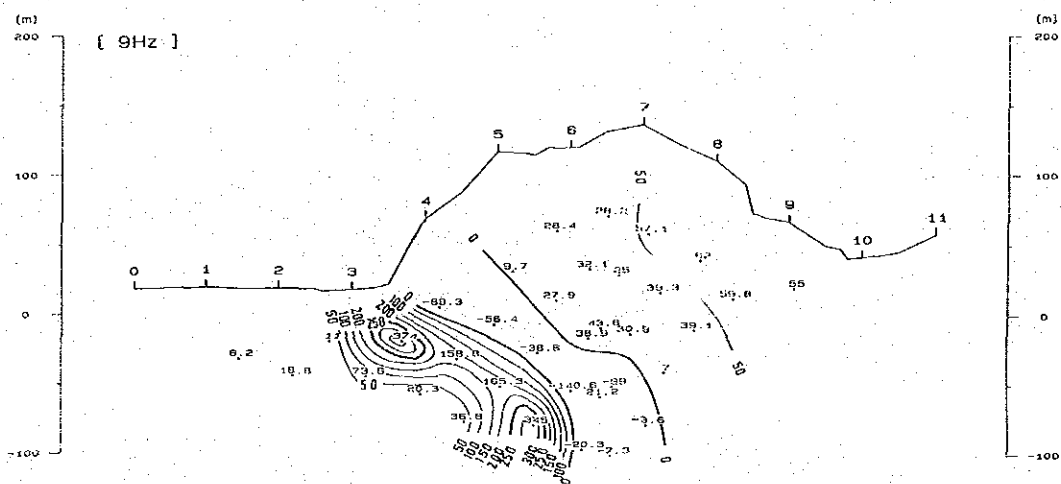
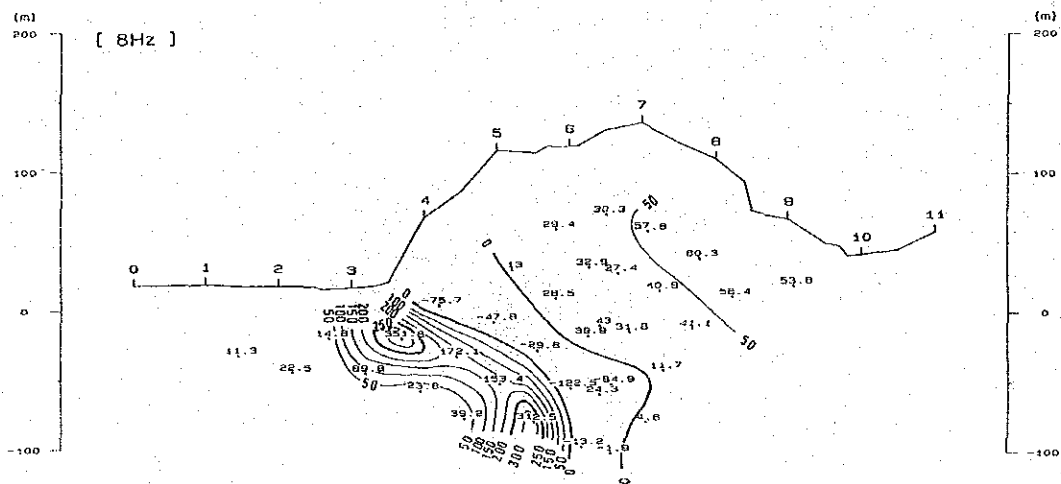


Fig. II-14-4 Raw Phase Pseudo-Section of Line A (4)

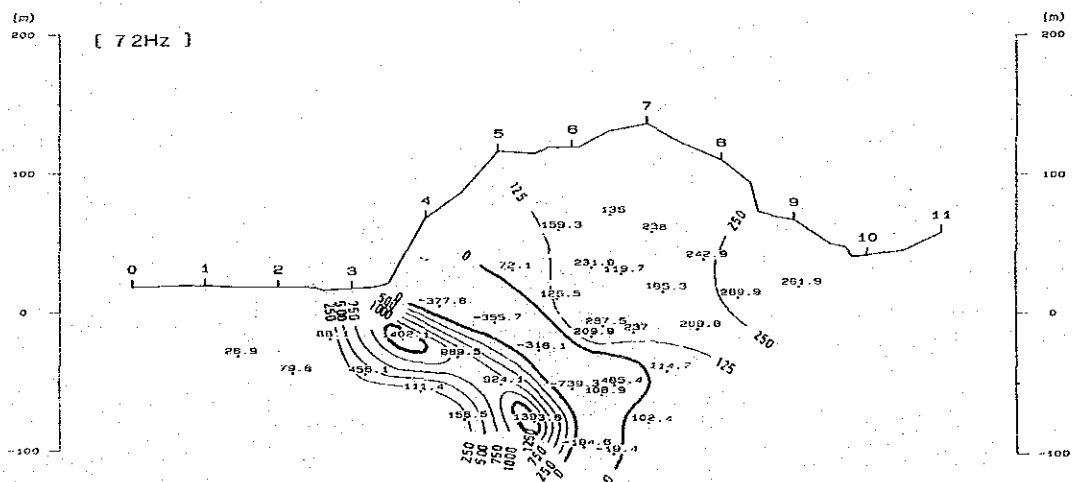
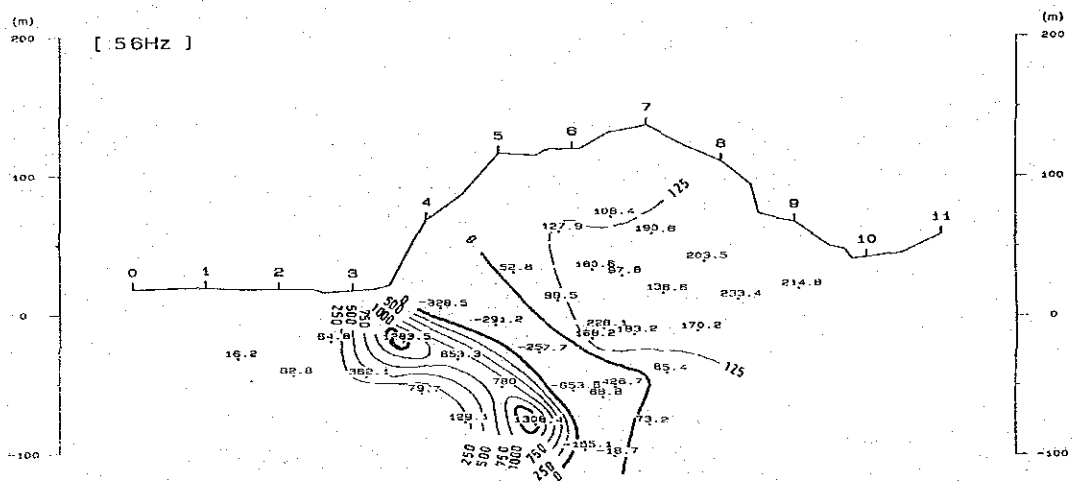
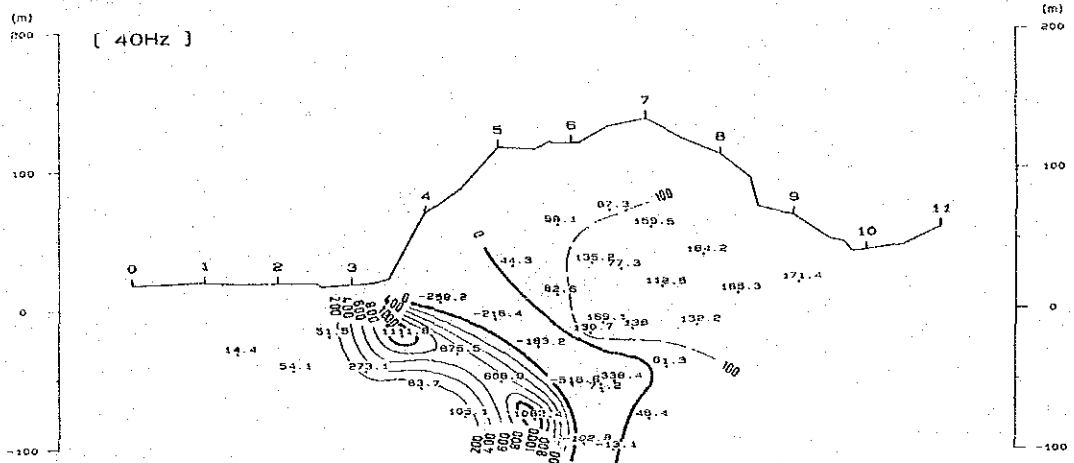


Fig. II-14-5 Raw Phase Pseudo-Section of Line A (5)



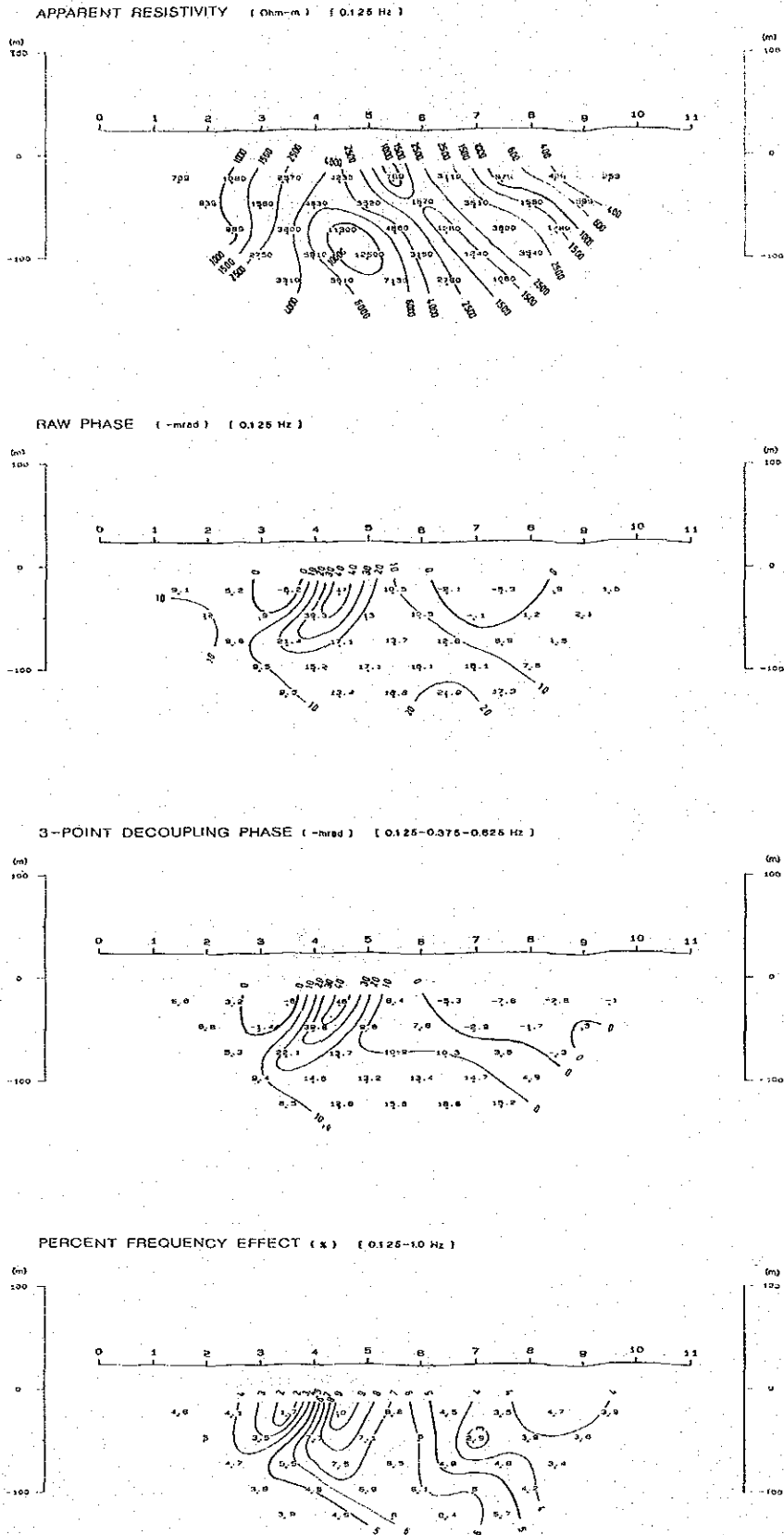


Fig. II-16 Spectral IP Pseudo-Section of Line C

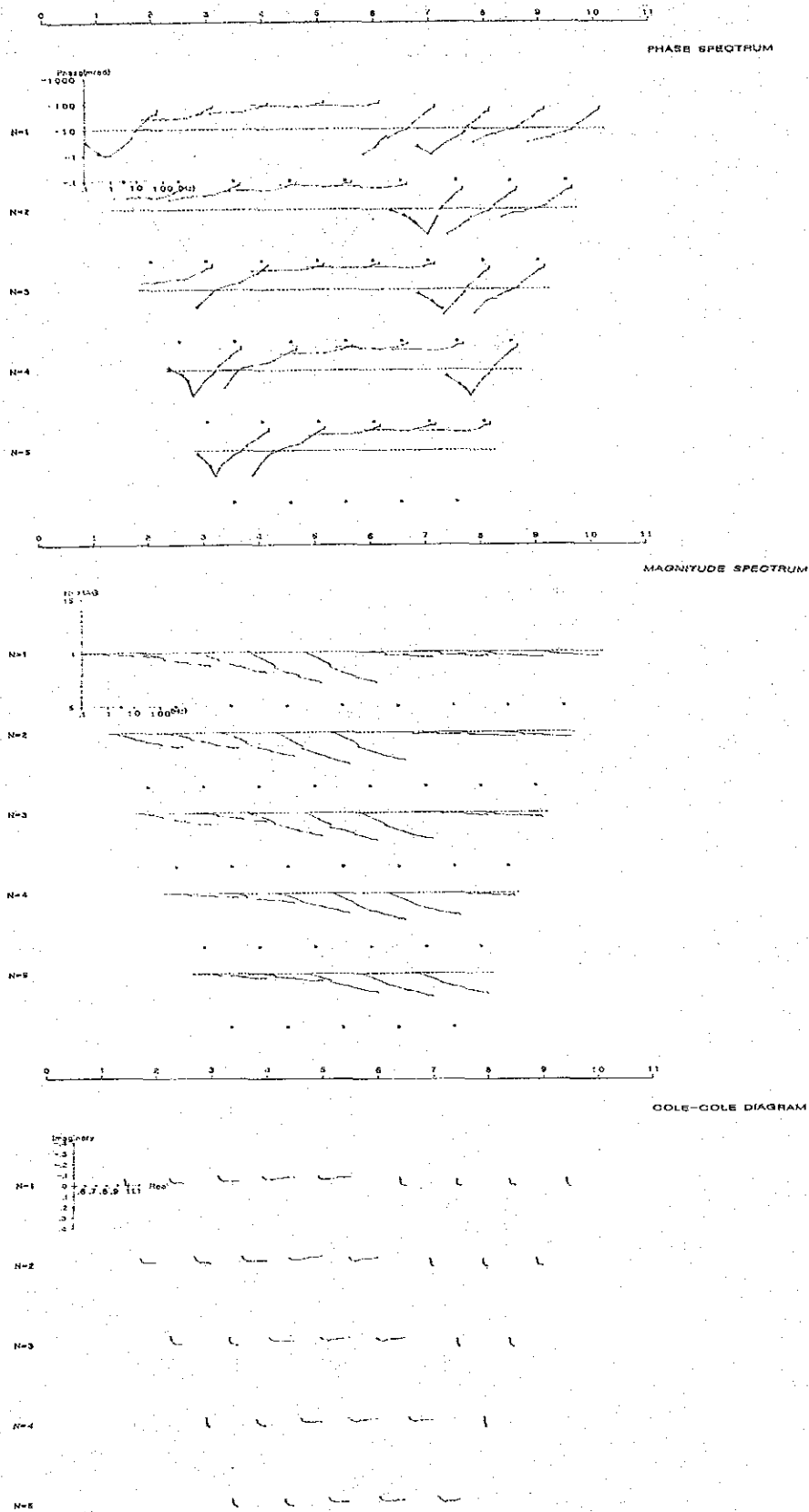


Fig. II-17 Spectrum Diagram of Line B

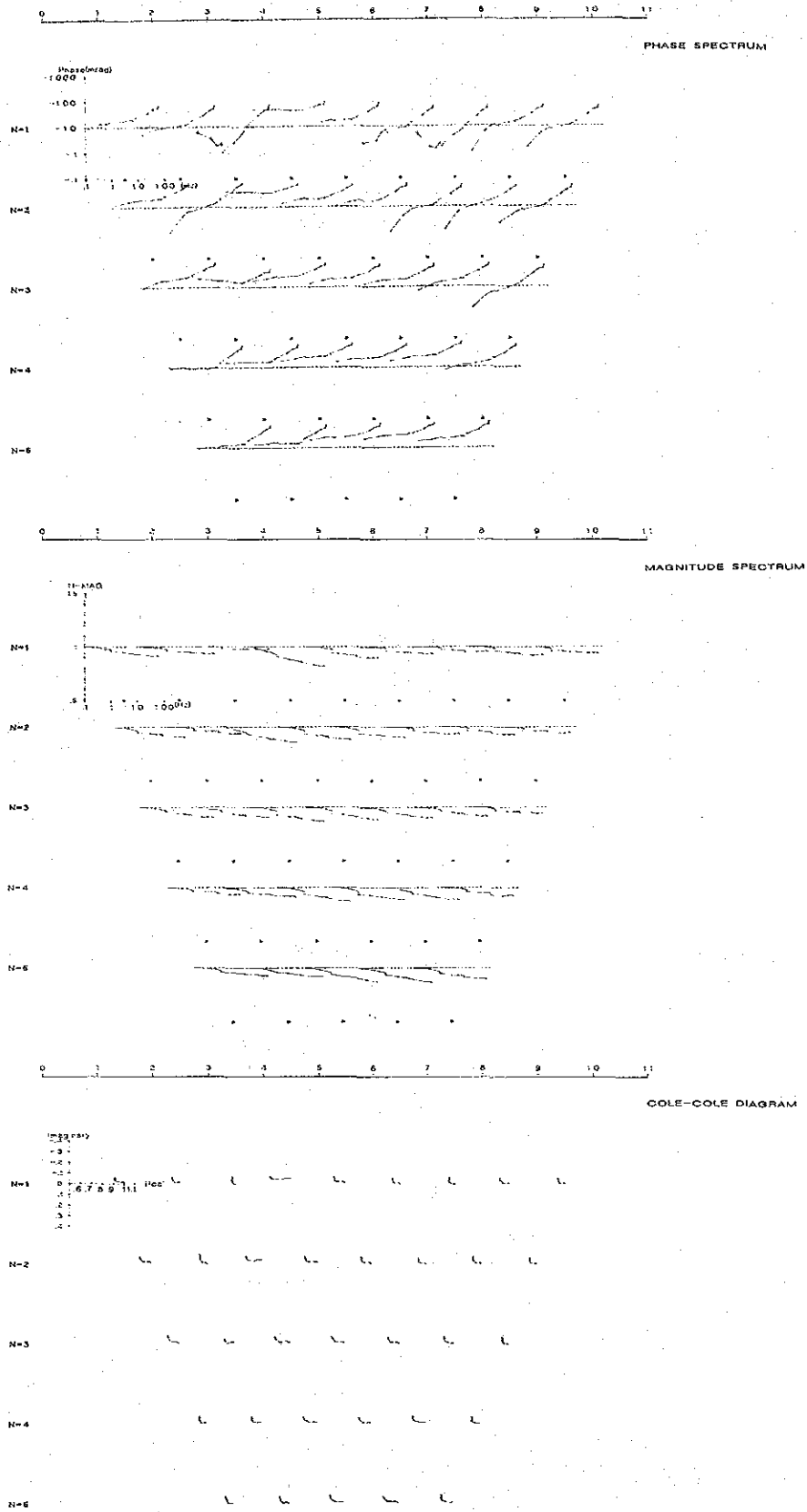


Fig. II-18 Spectrum Diagram of Line C



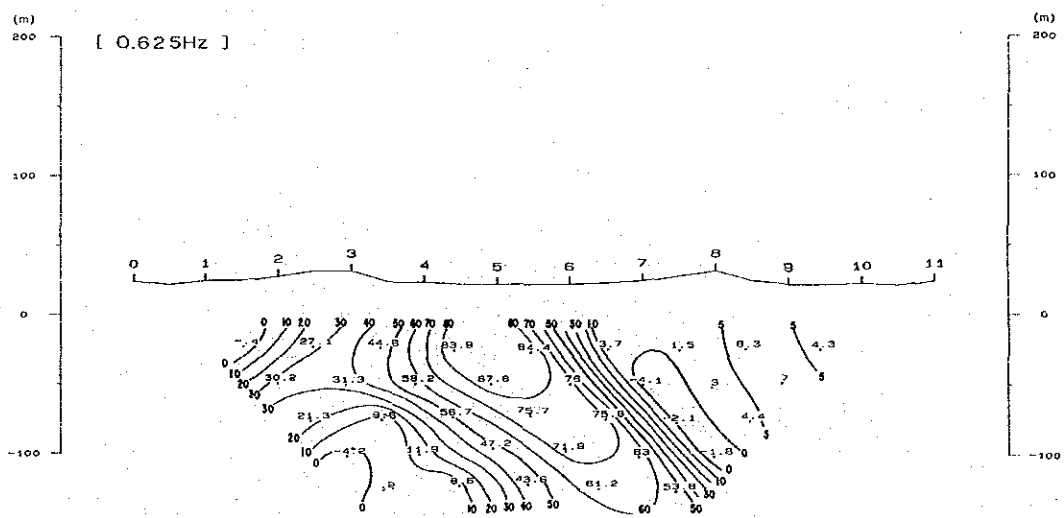
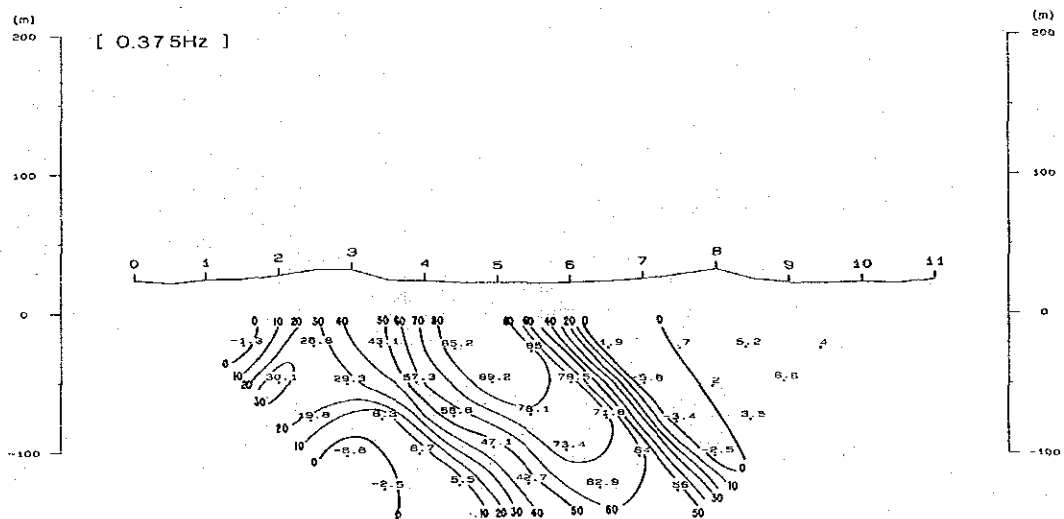
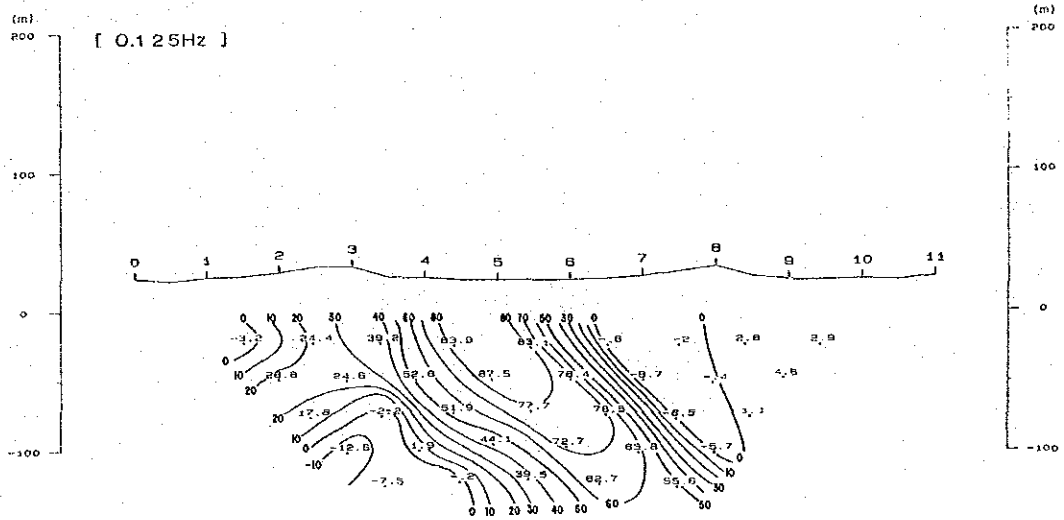


Fig. II-19-1 Raw Phase Pseudo-Section of Line B (1)

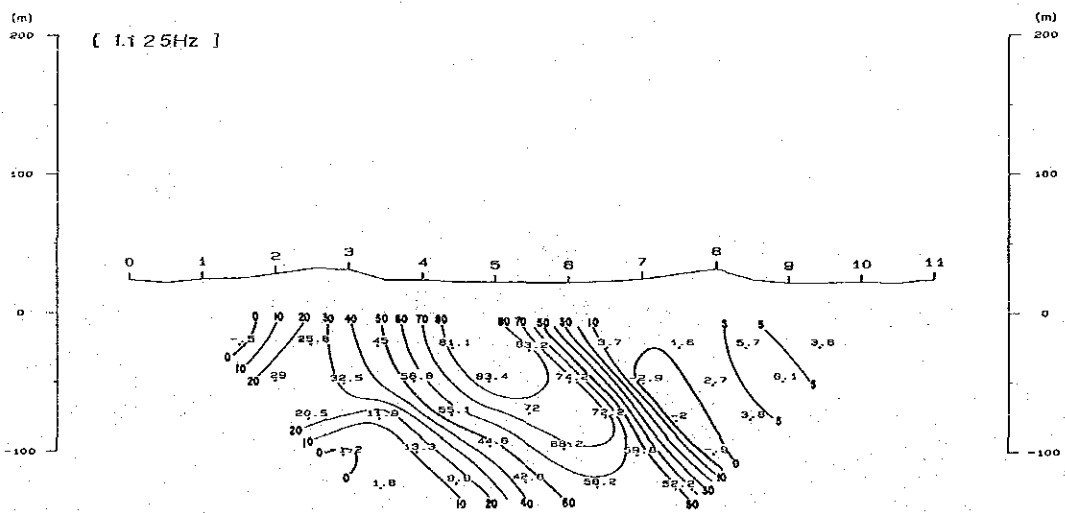
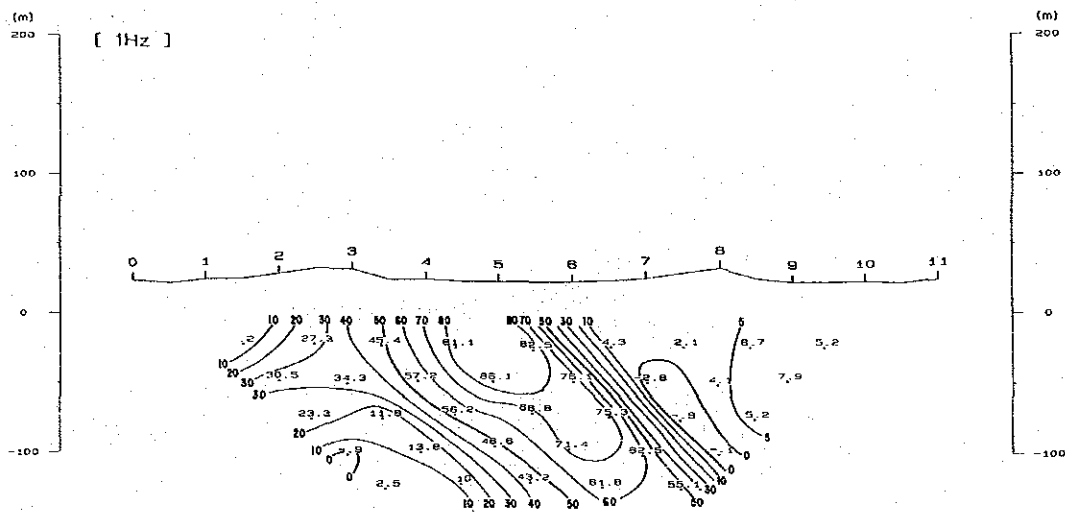
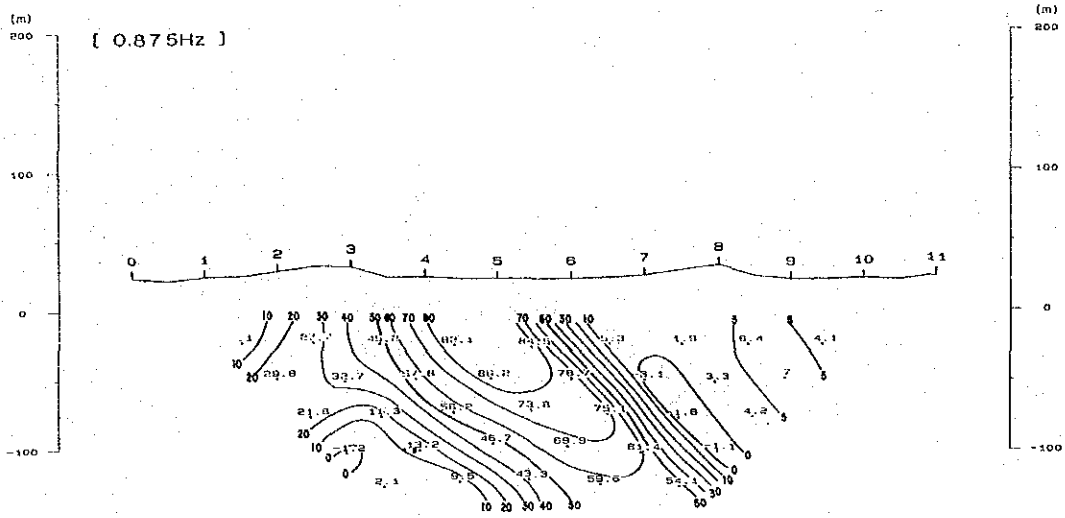


Fig. II-19-2 Raw Phase Pseudo-Section of Line B (2)

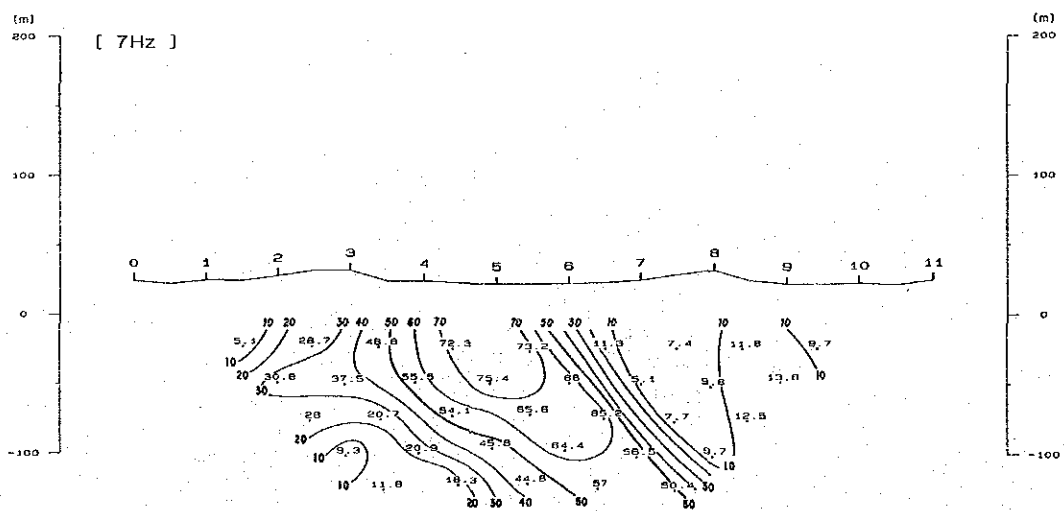
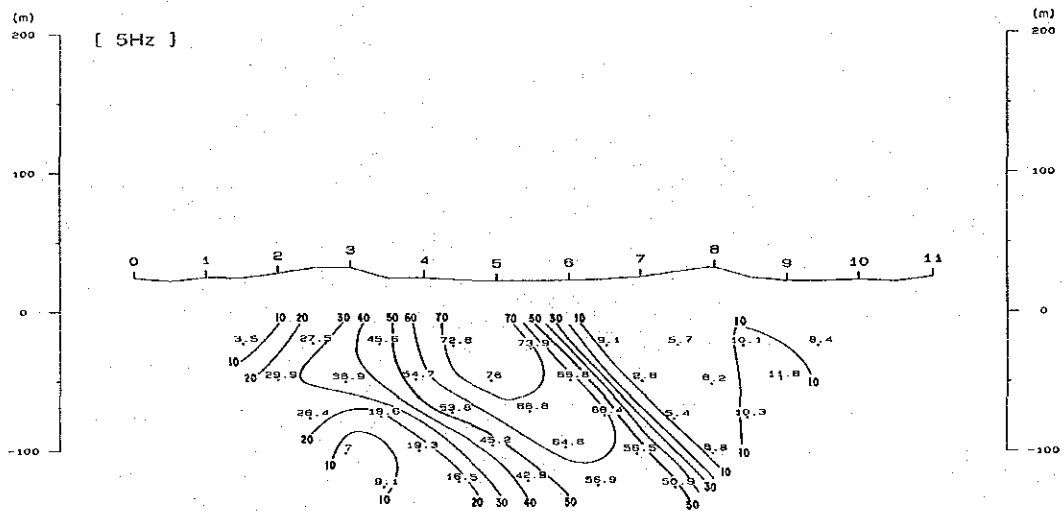
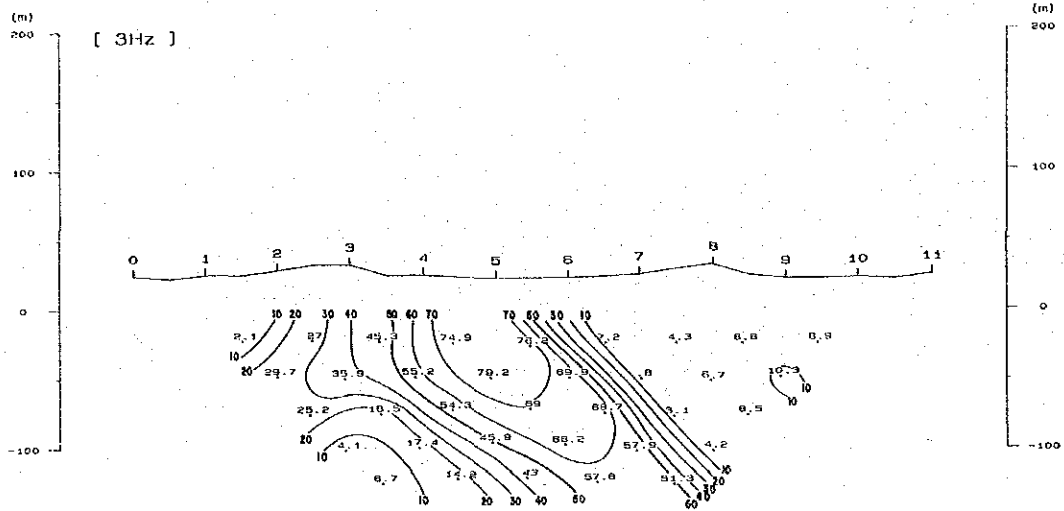


Fig. II-19-3 Raw Phase Pseudo-Section of Line B (3)

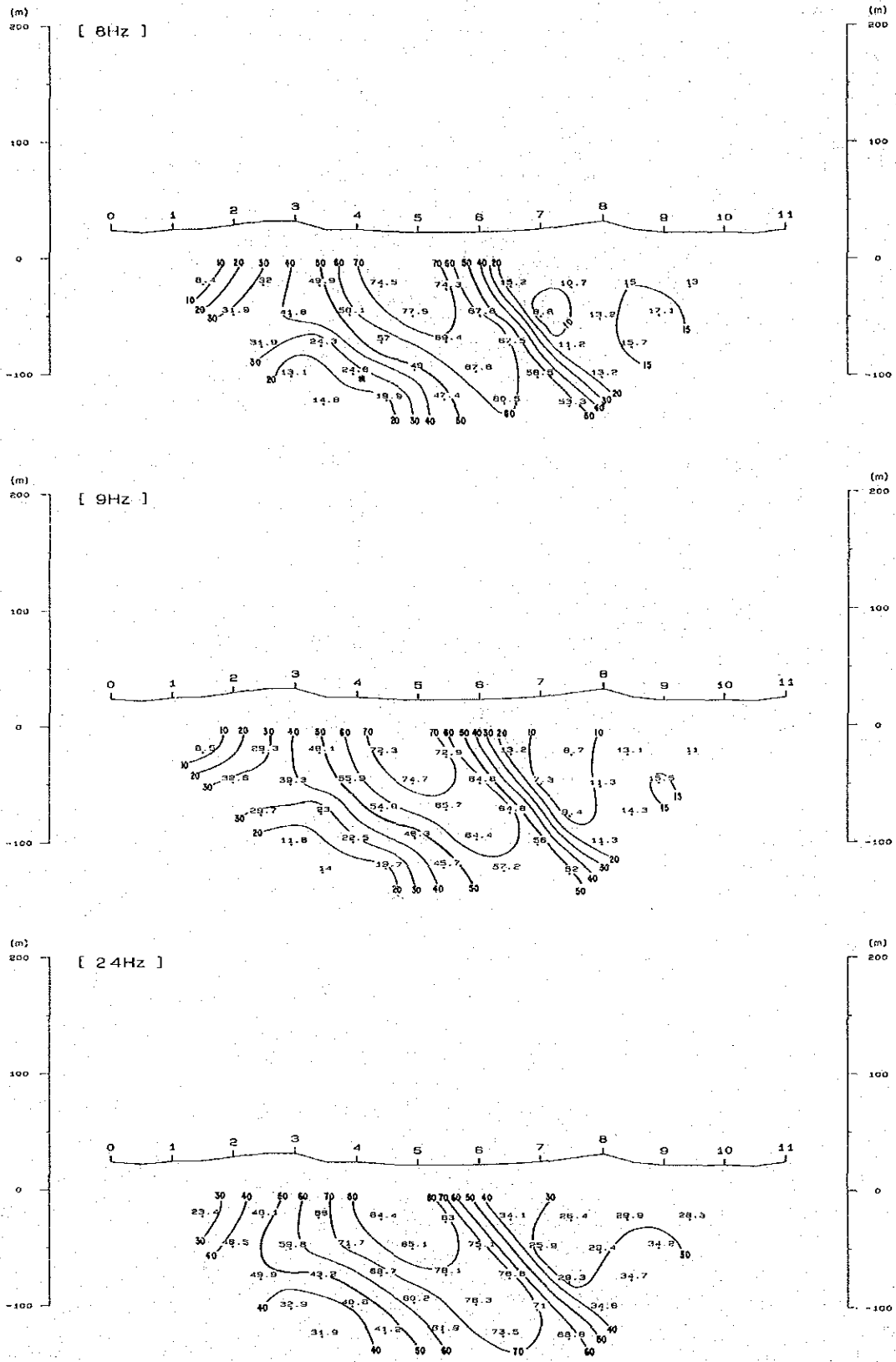


Fig. II-19-4 Raw Phase Pseudo-Section of Line B (4)

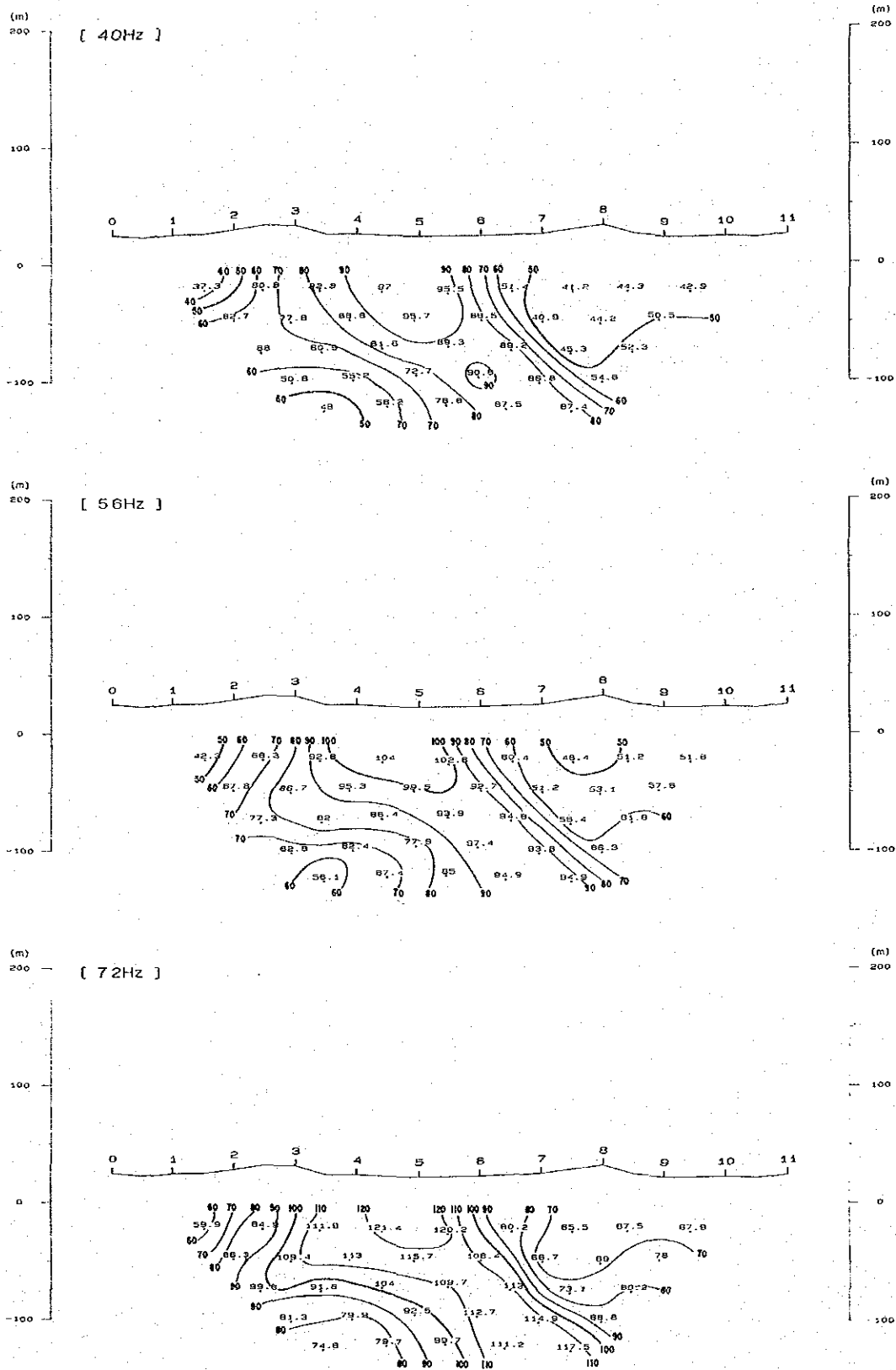


Fig. II-19-5 Raw Phase Pseudo-Section of Line B (5)

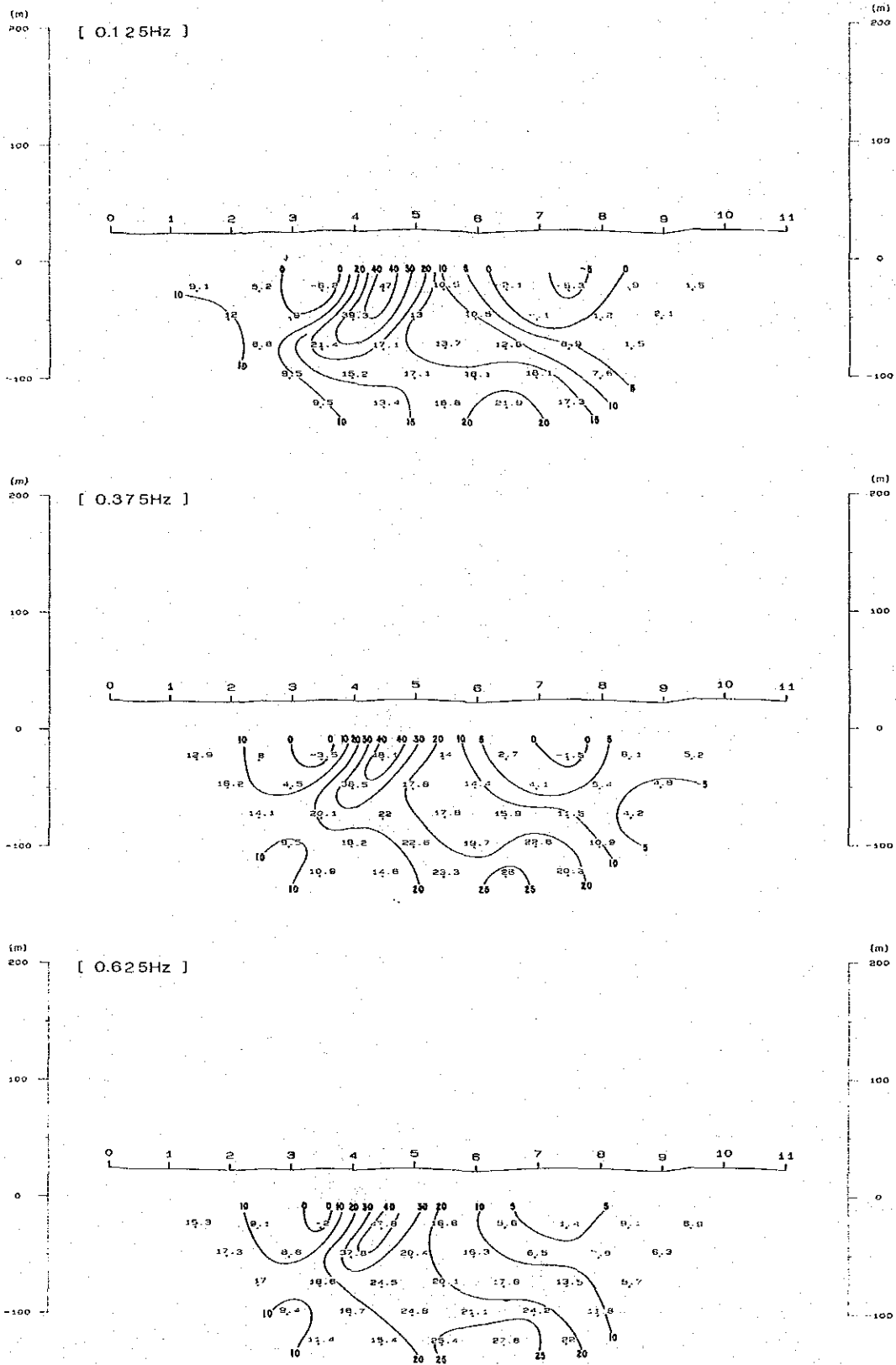


Fig. II-20-1 Raw Phase Pseudo-Section of Line C (1)

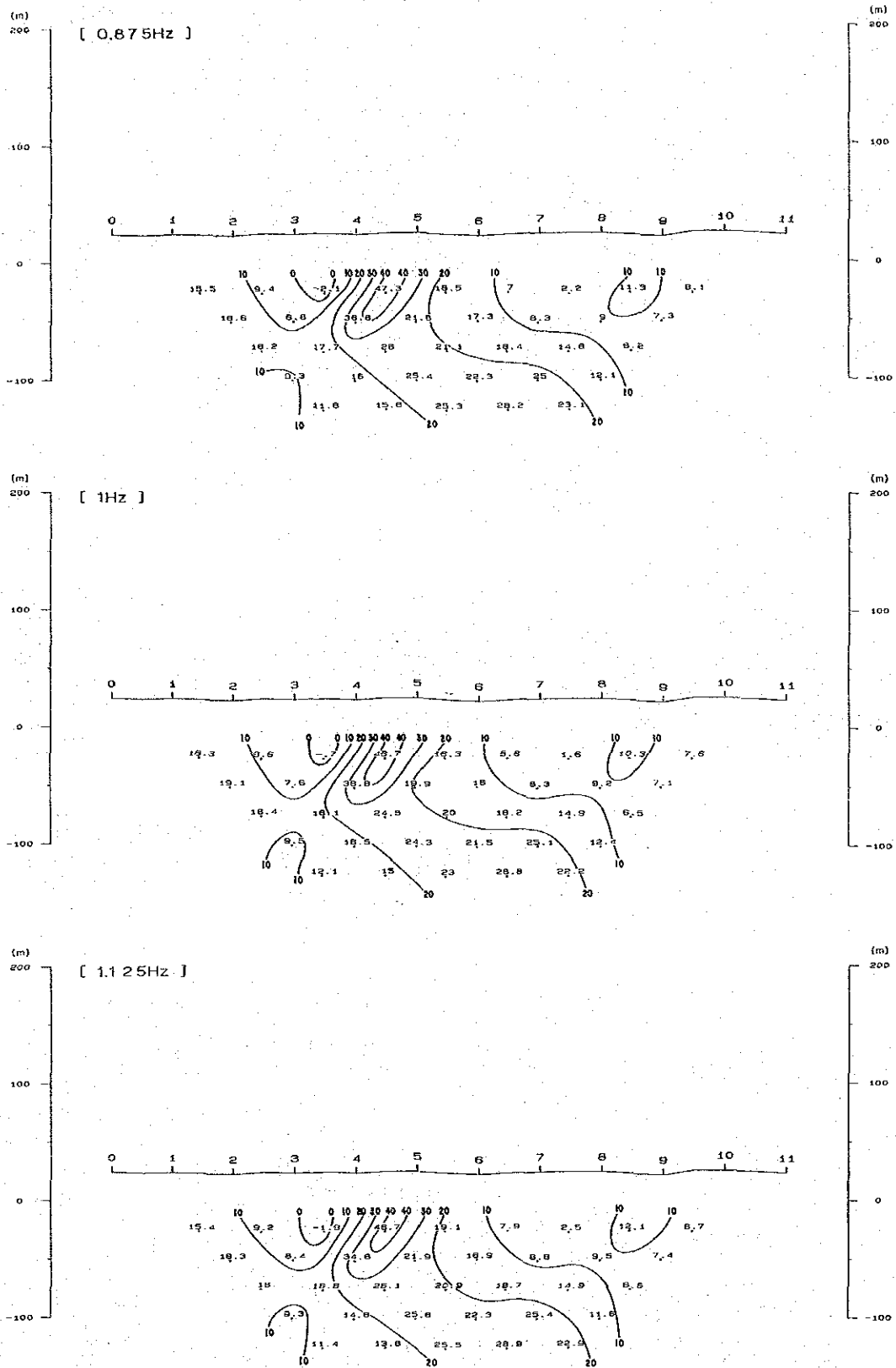


Fig. II-20-2 Raw Phase Pseudo-Section of Line C (2)





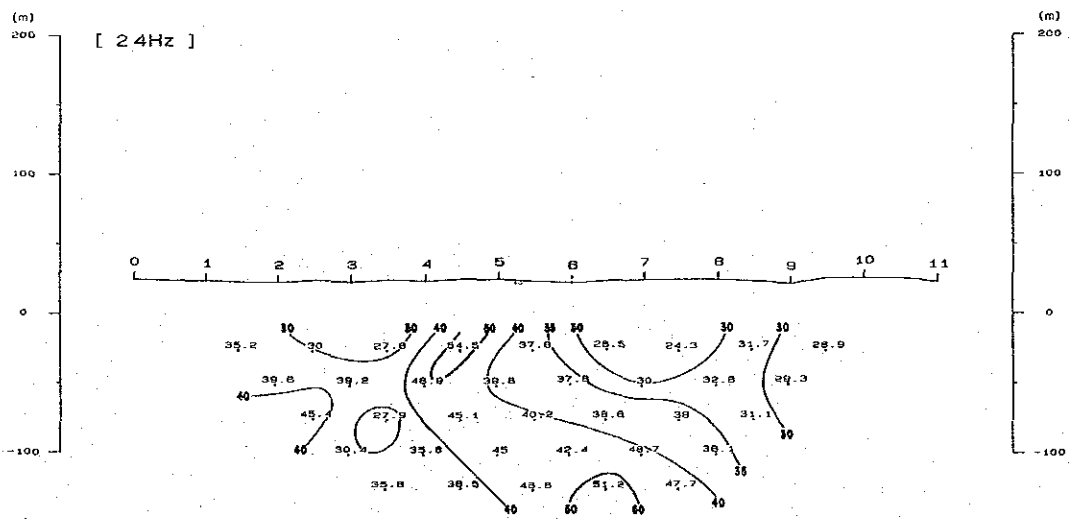
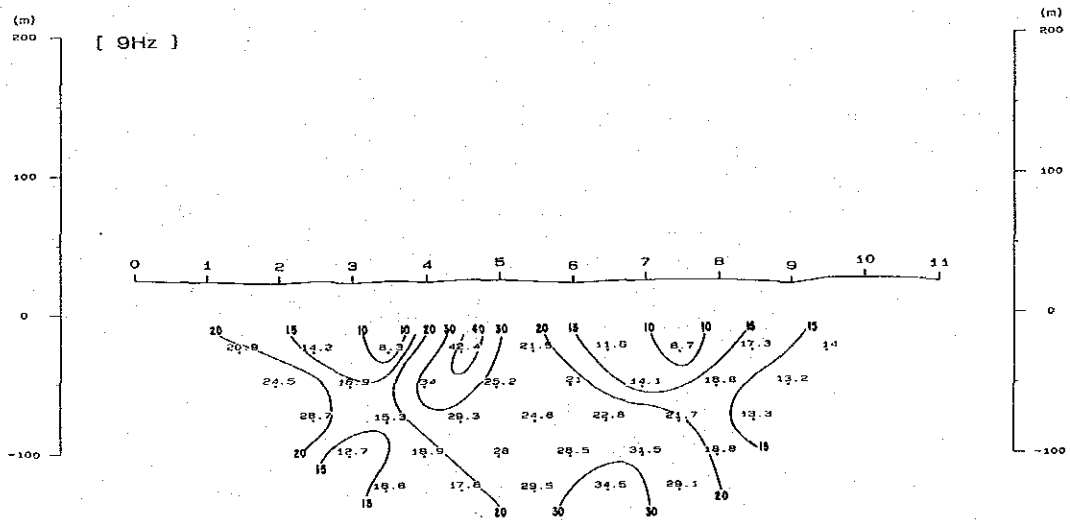
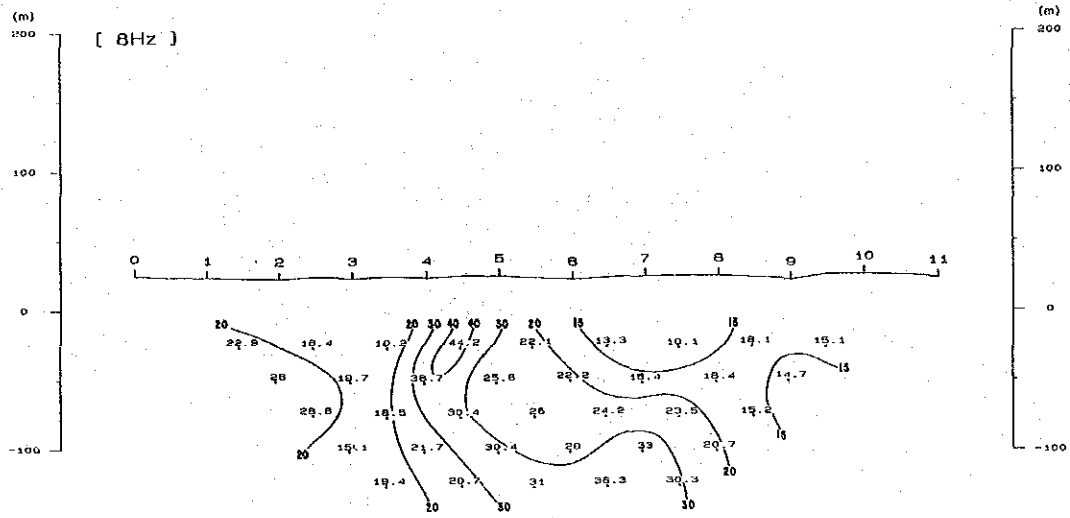


Fig. II -20-4 Raw Phase Pseudo-Section of Line C (4)



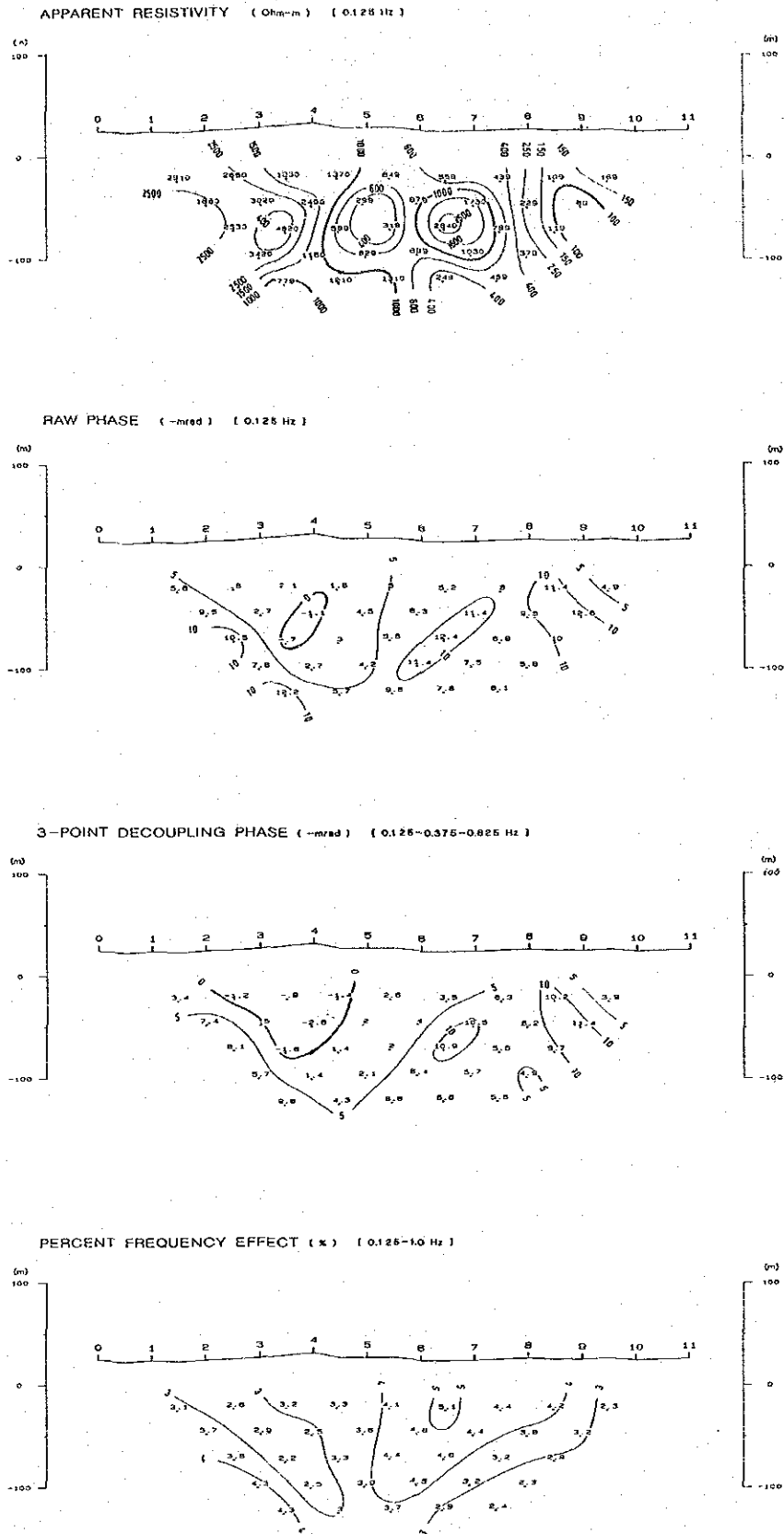
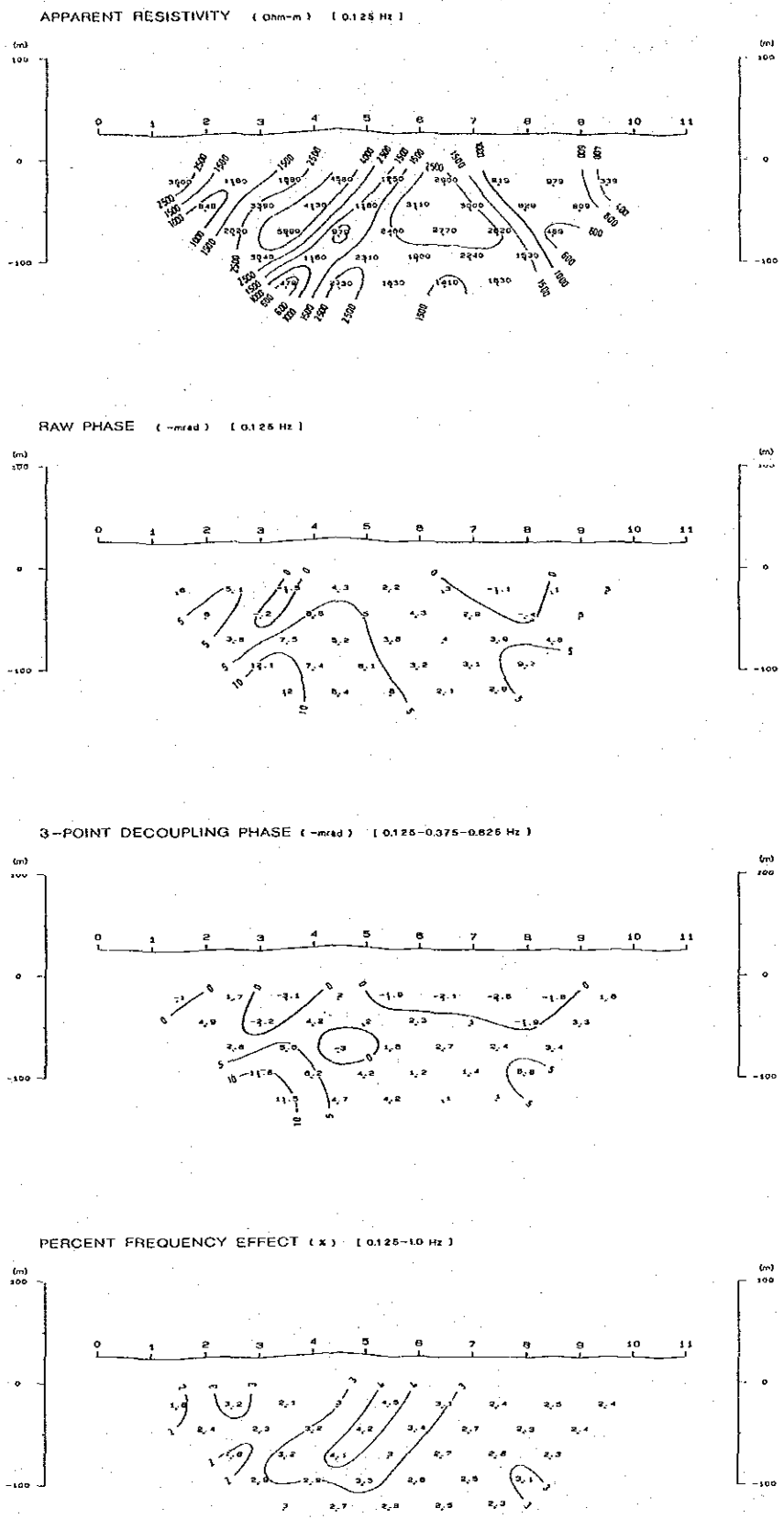


Fig. II-21 Spectral IP Pseudo-Section of Line D



**Fig. II - 22 Spectral IP Pseudo-Section of Line E**

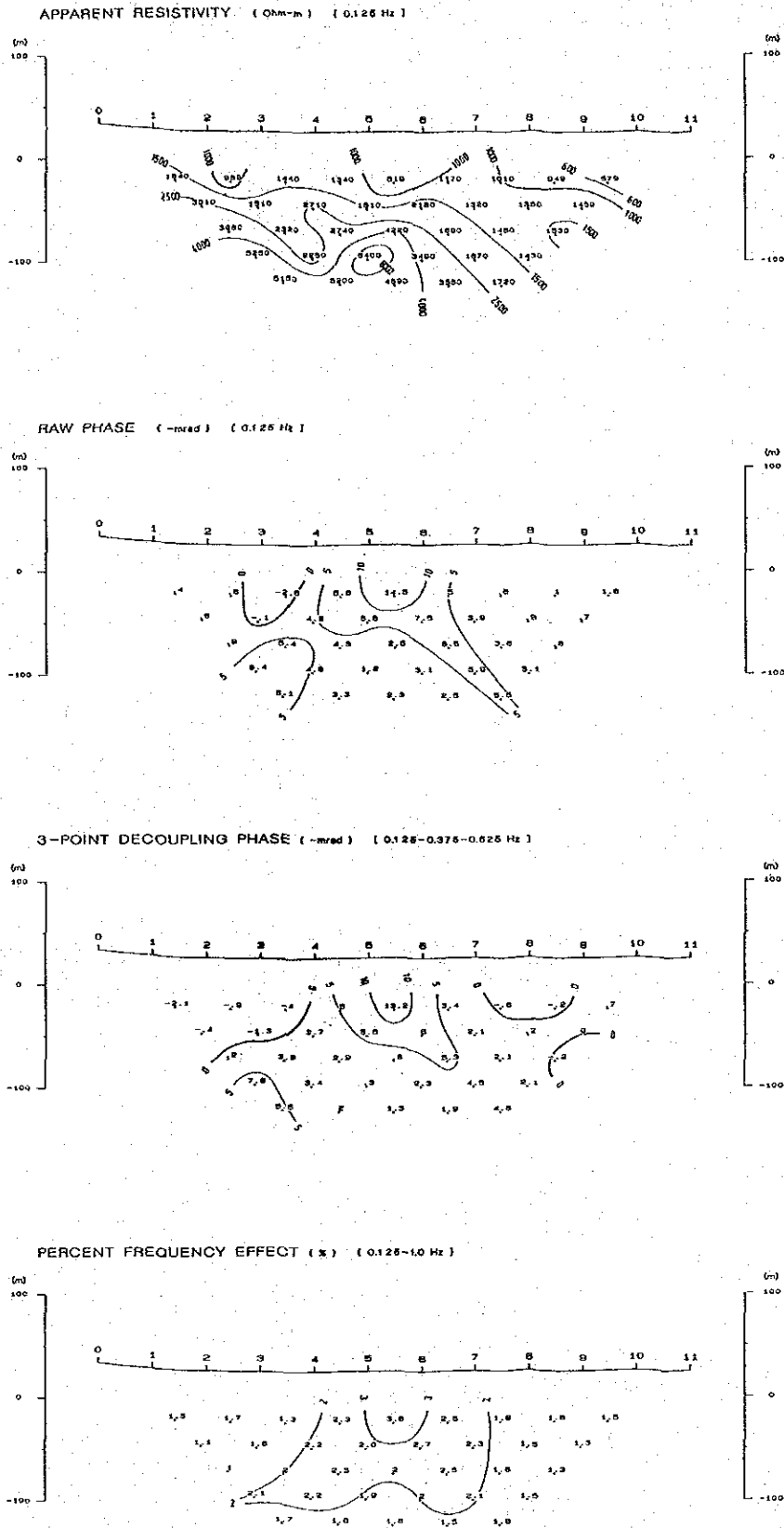


Fig. II - 23 Spectral IP Pseudo-Section of Line F

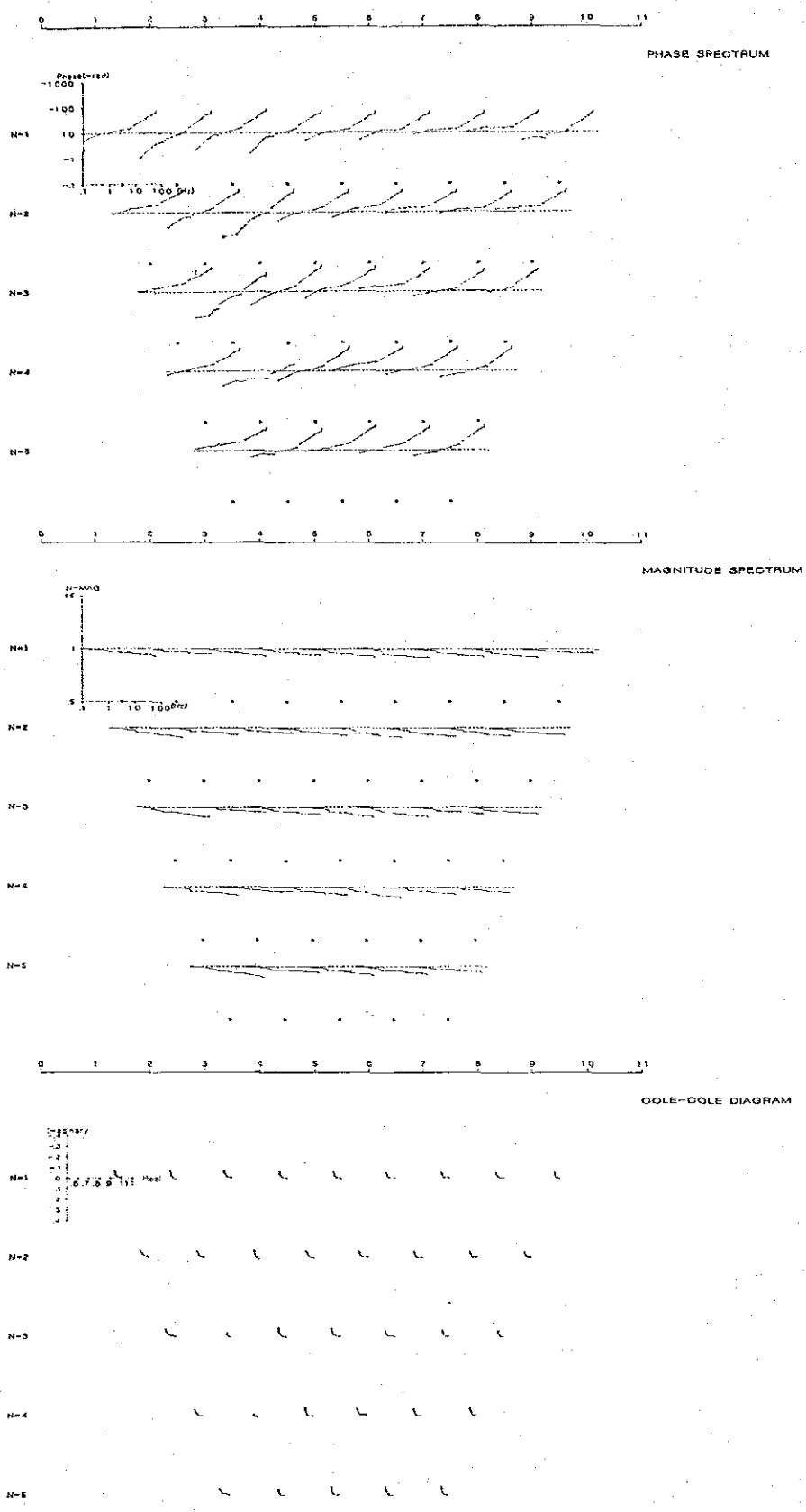


Fig. II-24 Spectrum Diagram of Line D

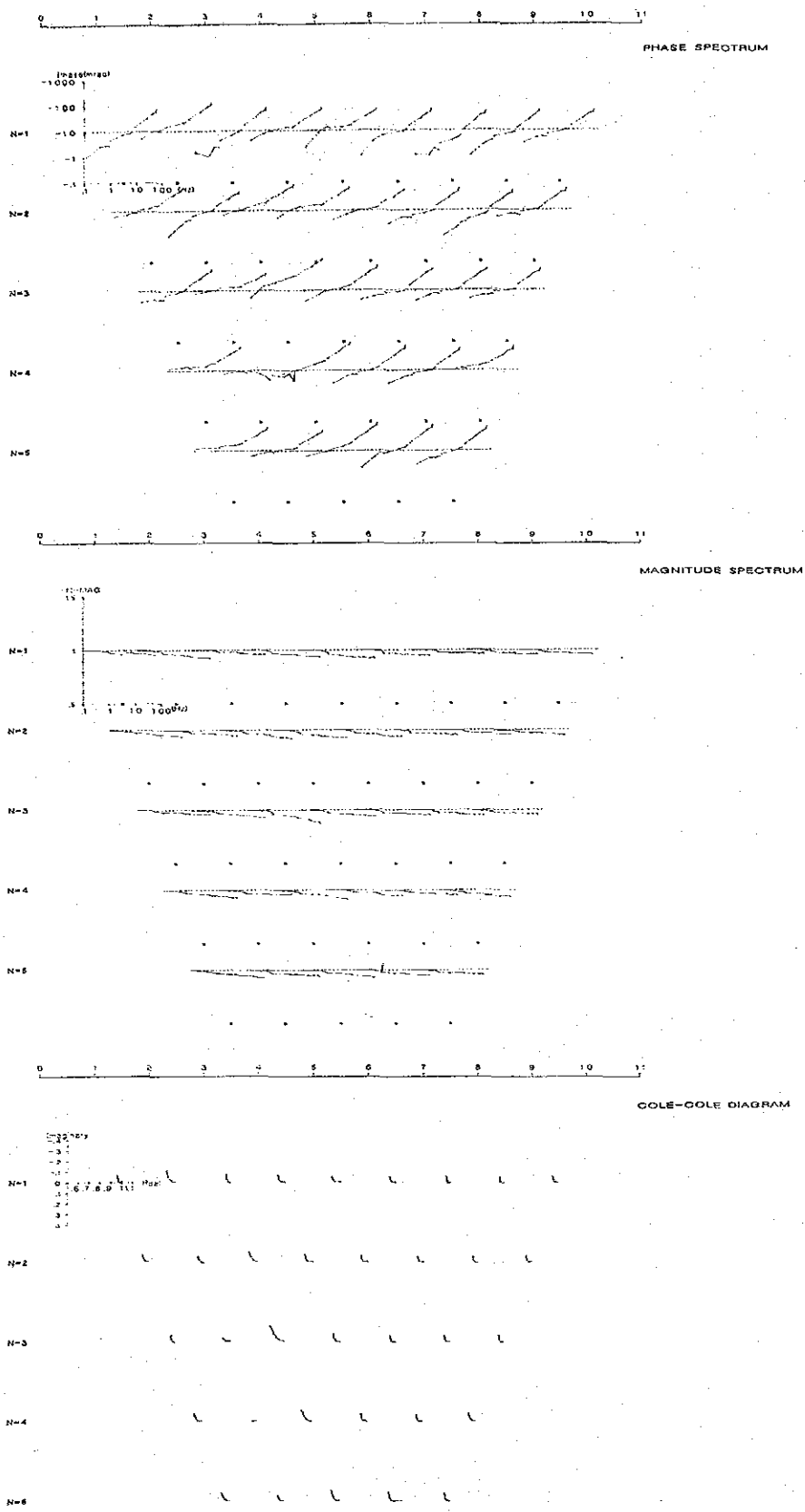


Fig. II-25 Spectrum Diagram of Line E

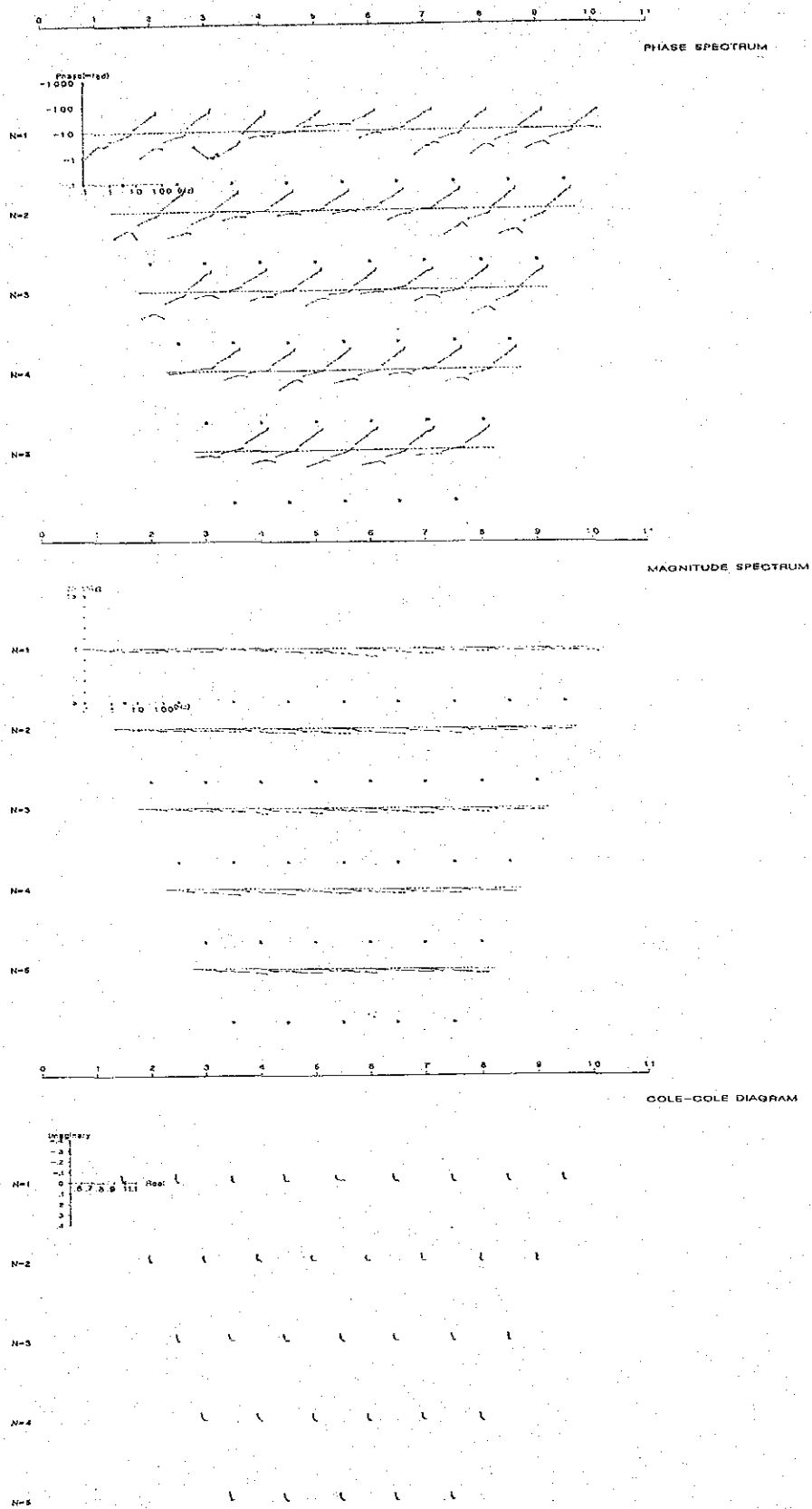


Fig. II-26 Spectrum Diagram of Line F



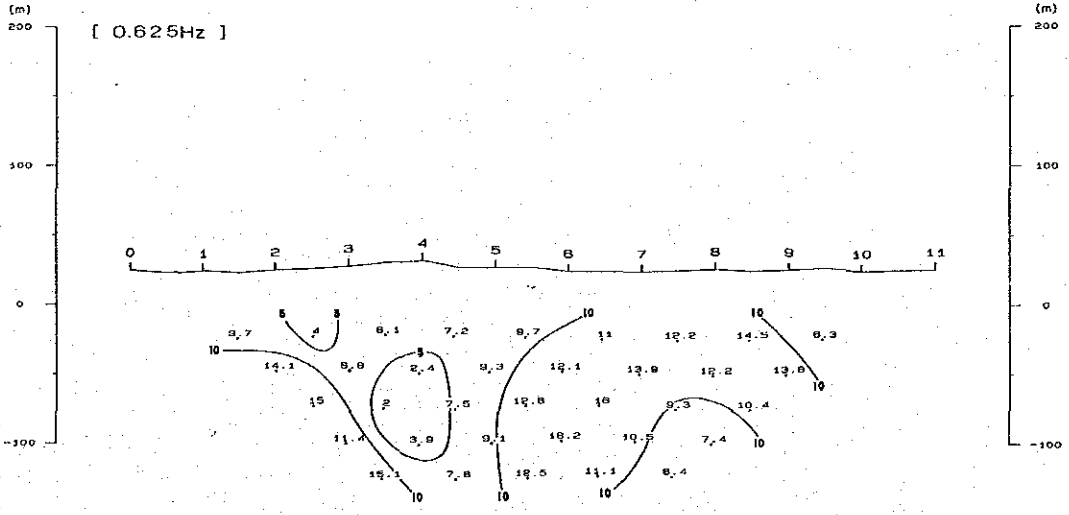
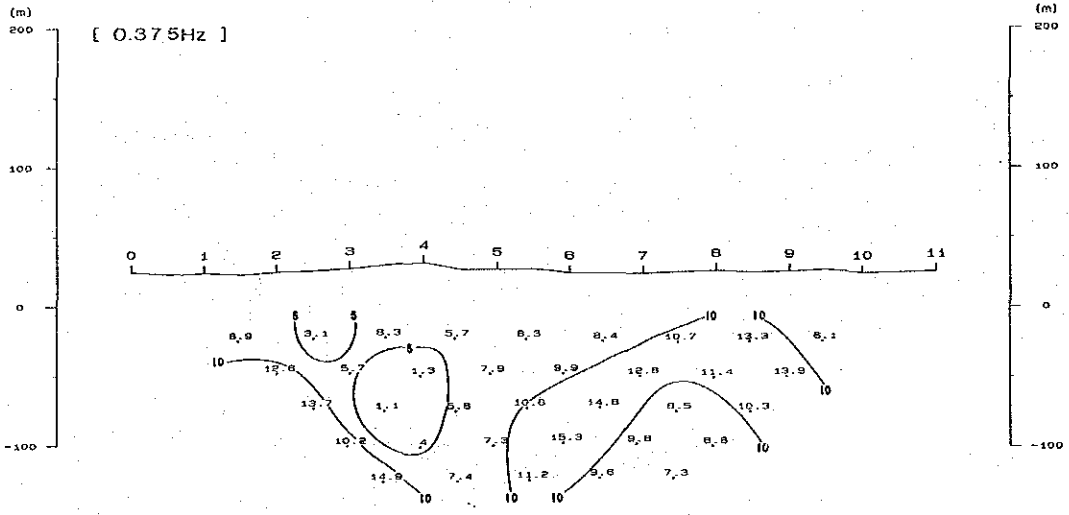
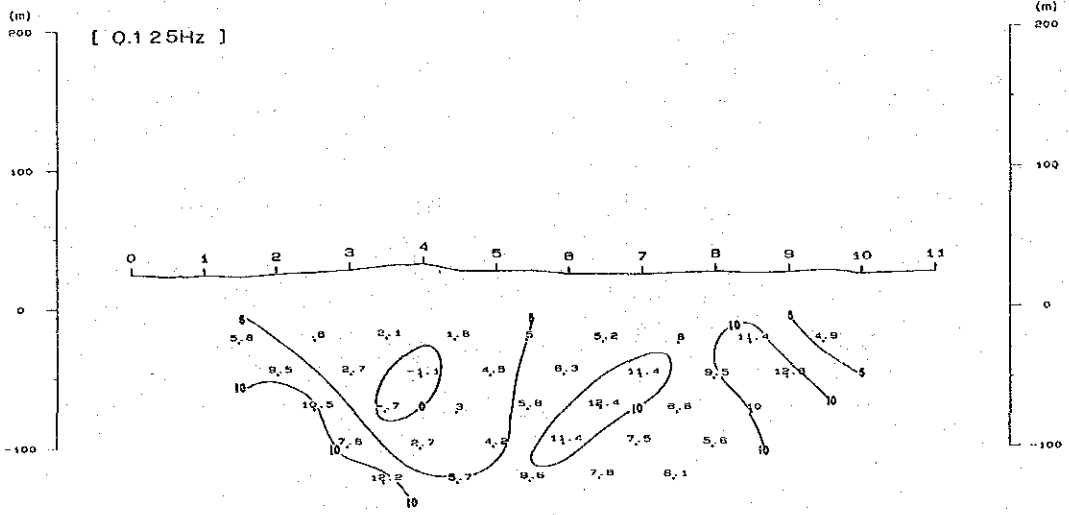


Fig. II - 27-1 Raw Phase Pseudo-Section of Line D (1)



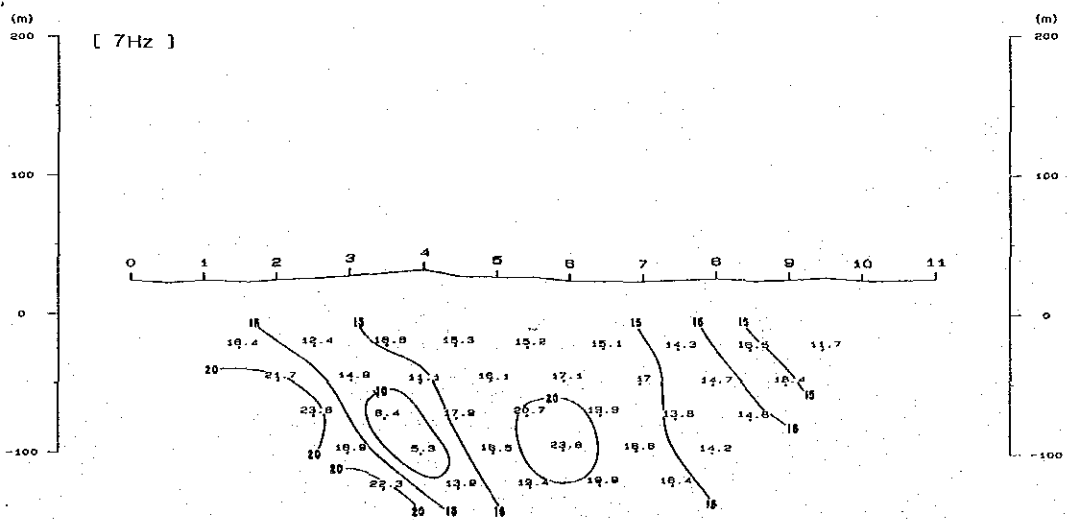
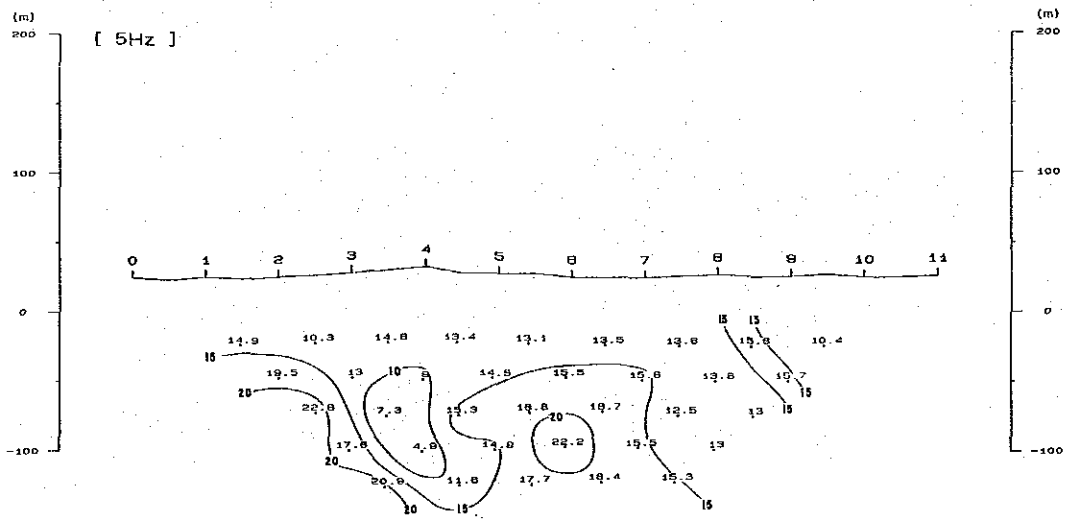
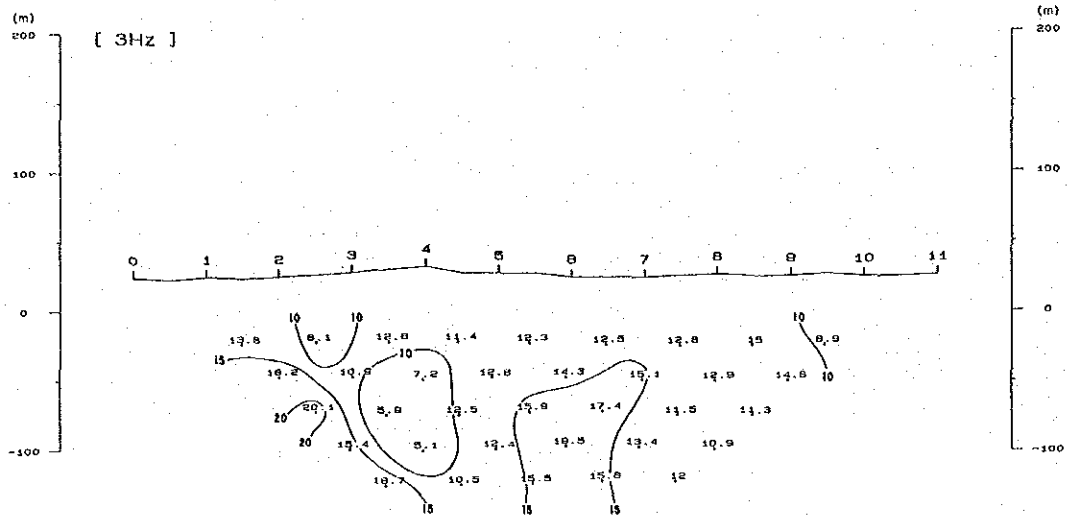


Fig. II-27-3 Raw Phase Pseudo-Section of Line D (3)



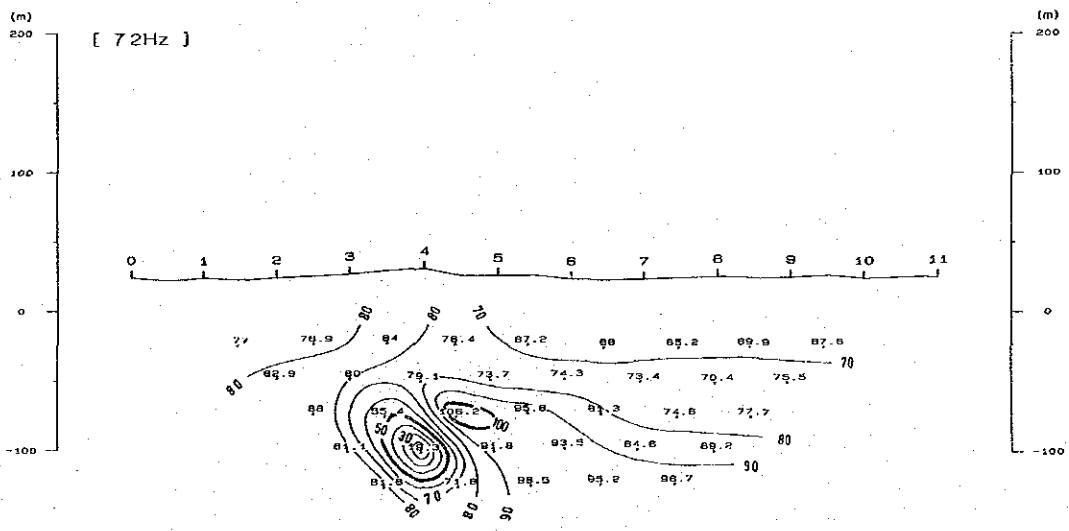
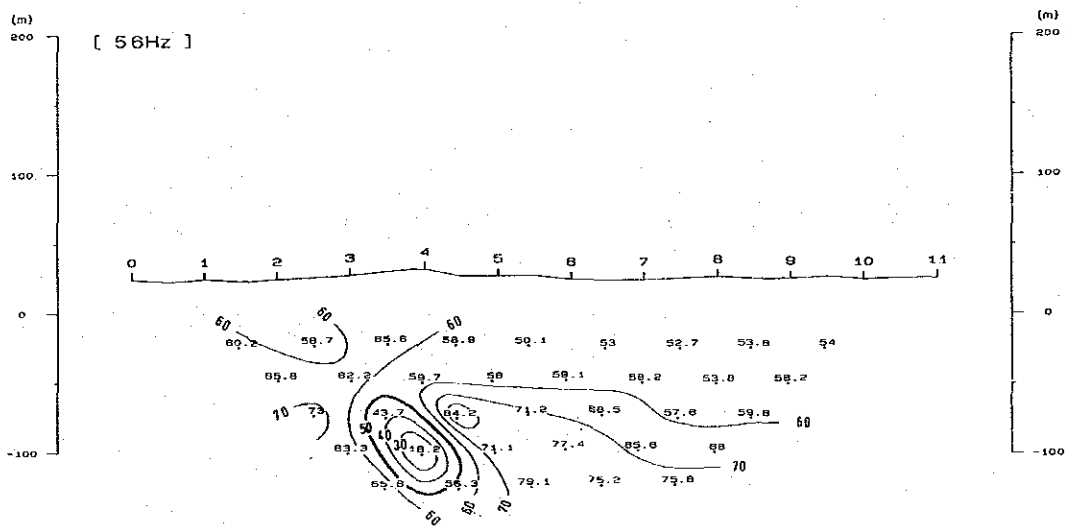
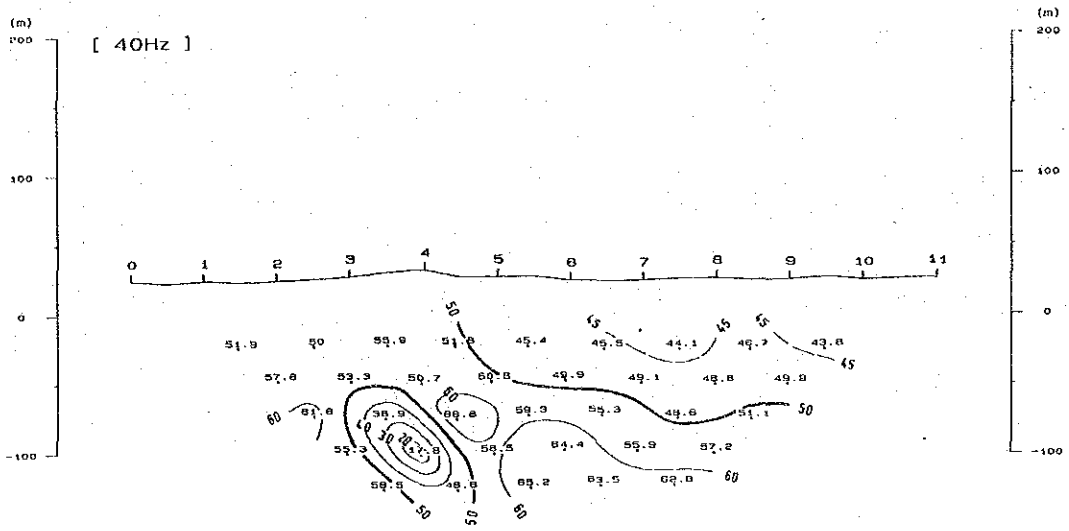


Fig. II - 27-5 Raw Phase Pseudo-Section of Line D (5)

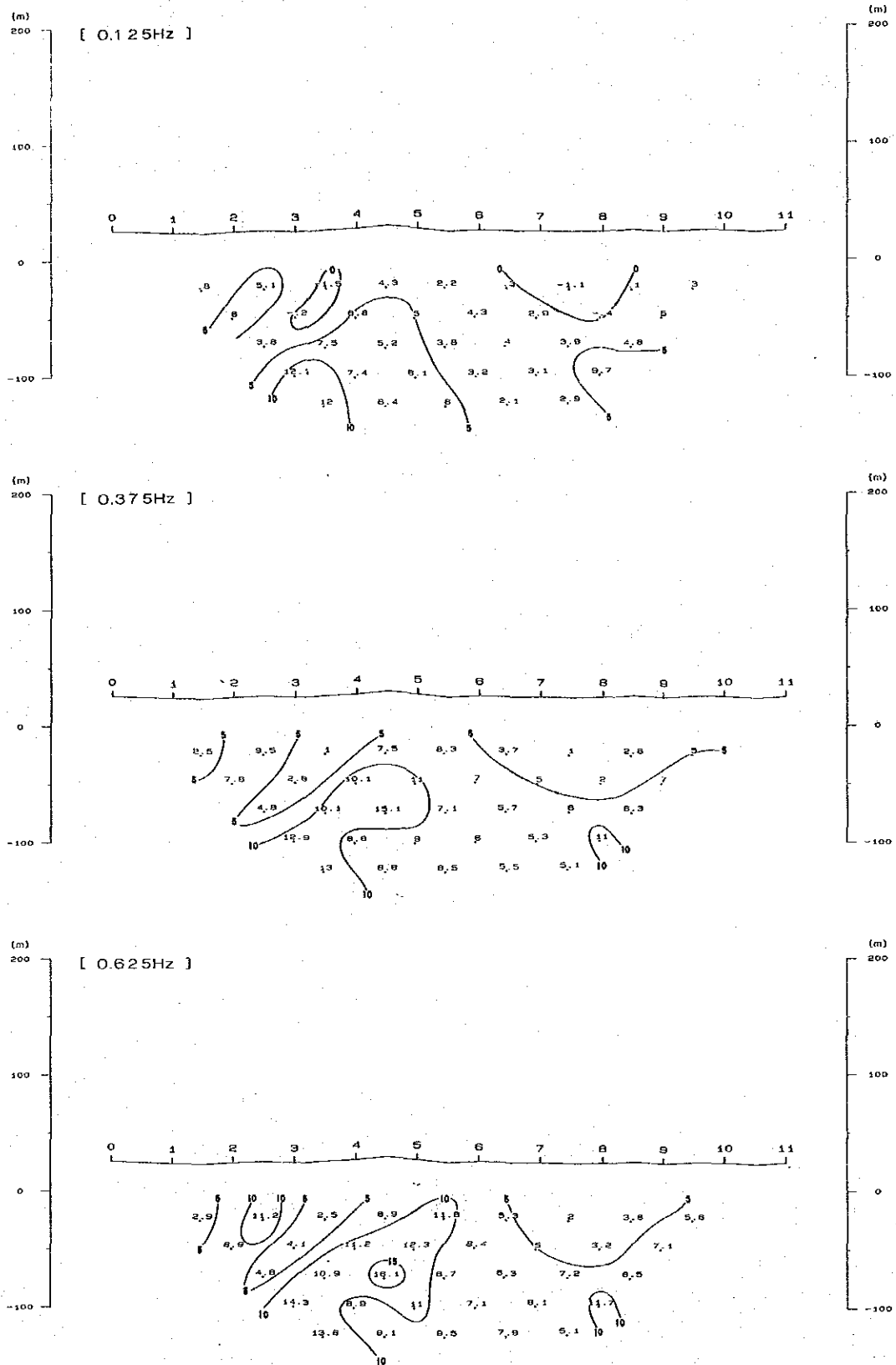


Fig. II -28-1 Raw Phase Pseudo-Section of Line E (1)

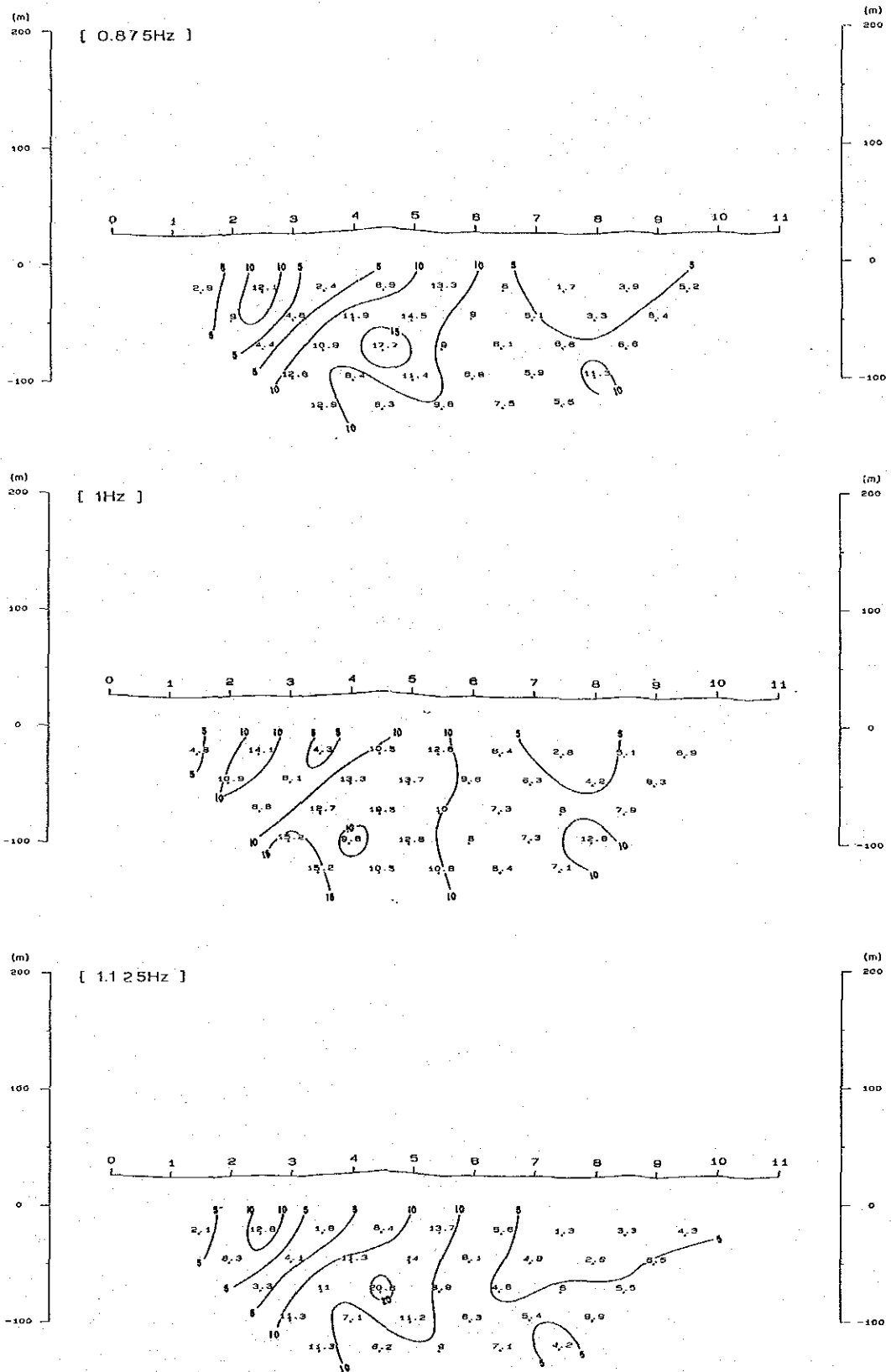


Fig. II-28-2 Raw Phase Pseudo-Section of Line E (2)

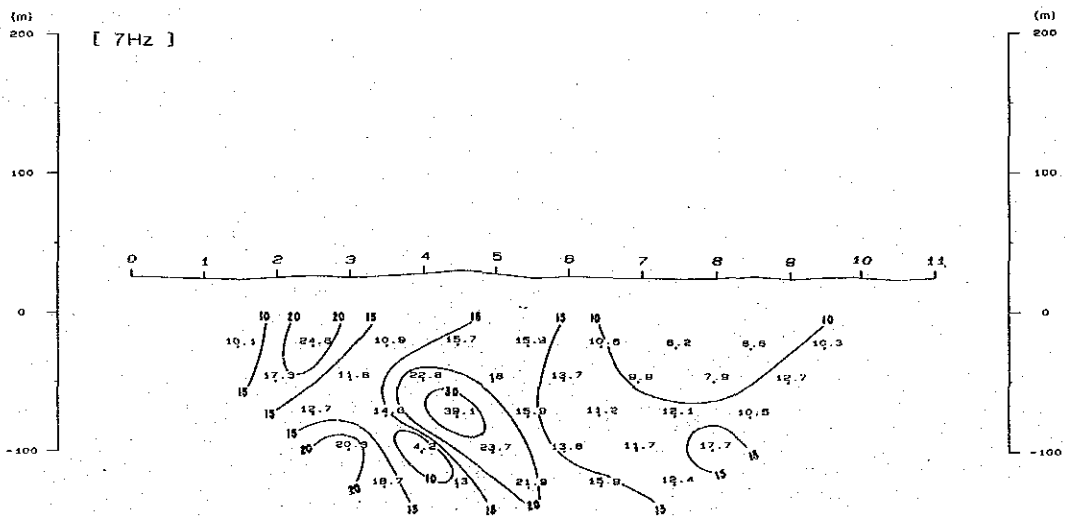
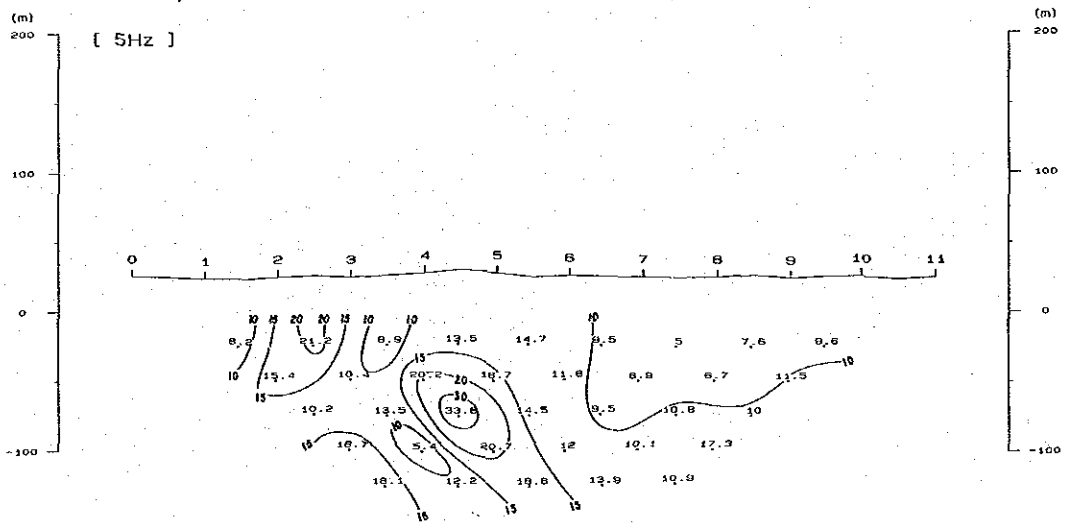
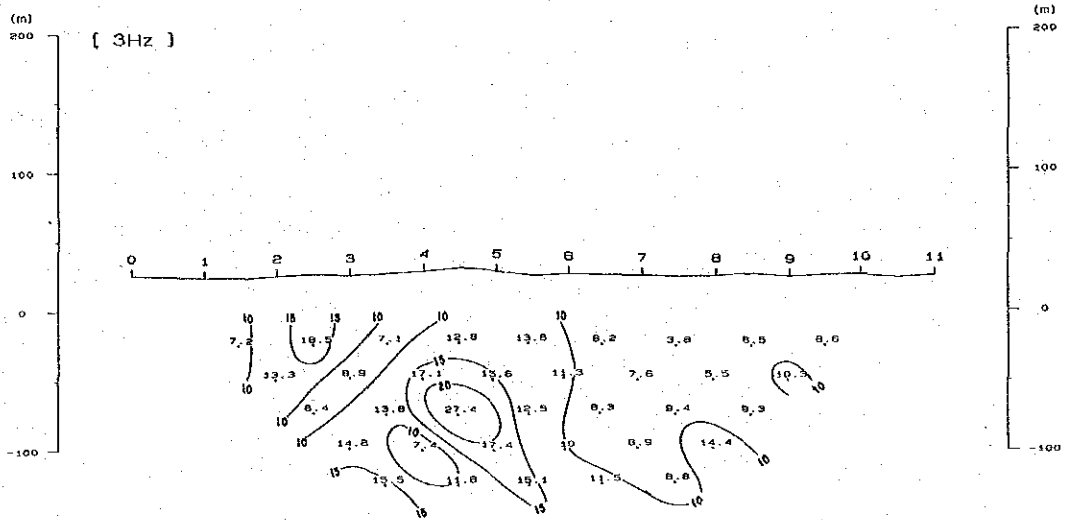


Fig. II-28-3 Raw Phase Pseudo-Section of Line E (3)





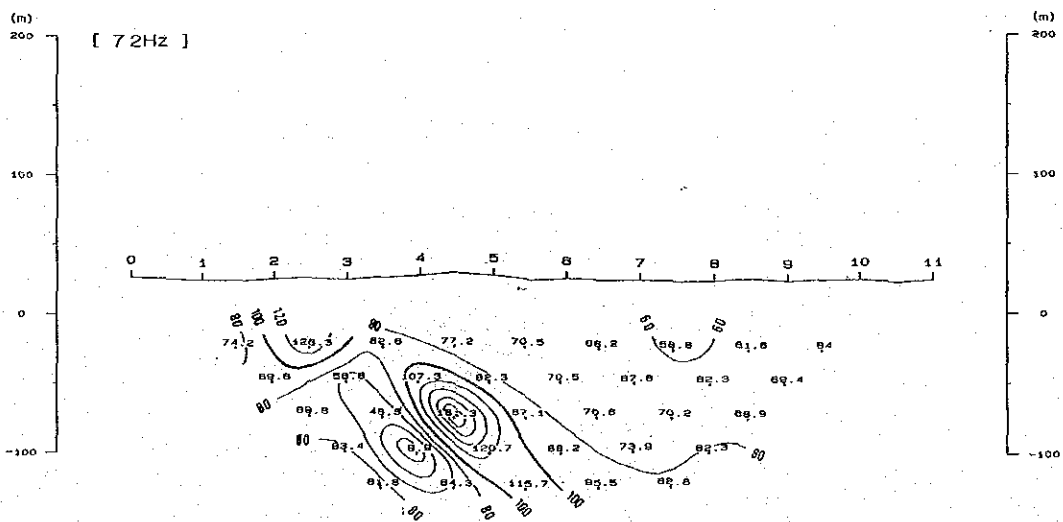
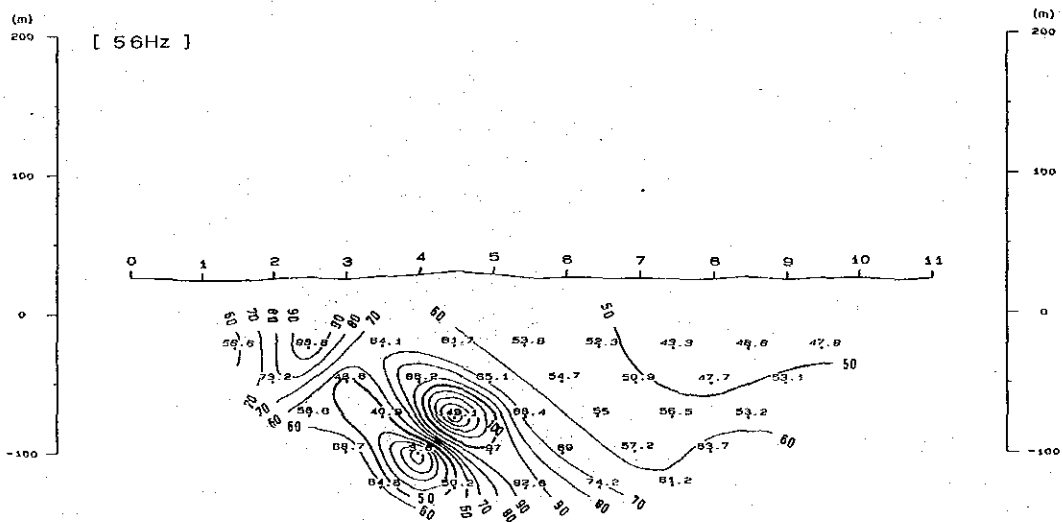
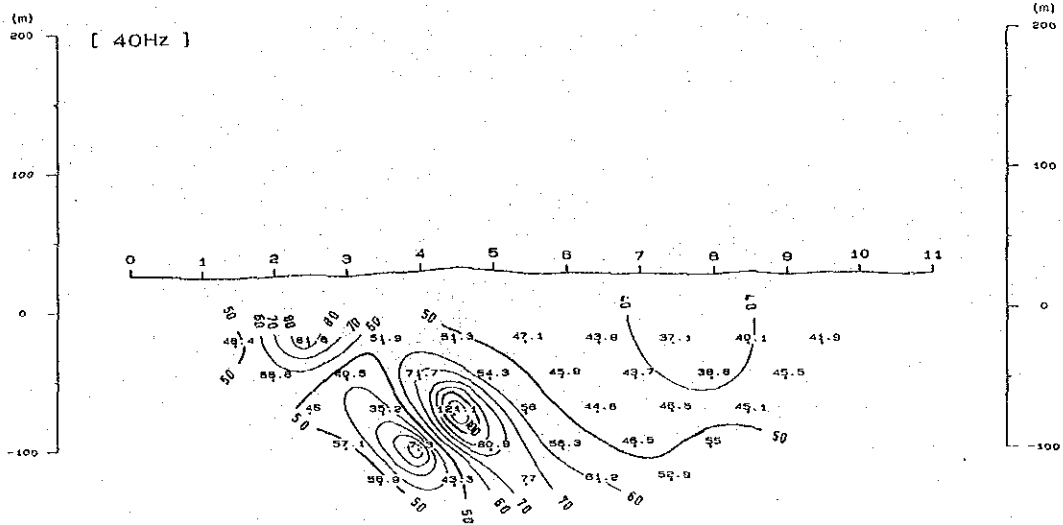


Fig. II-28-5 Raw Phase Pseudo-Section of Line E (5)

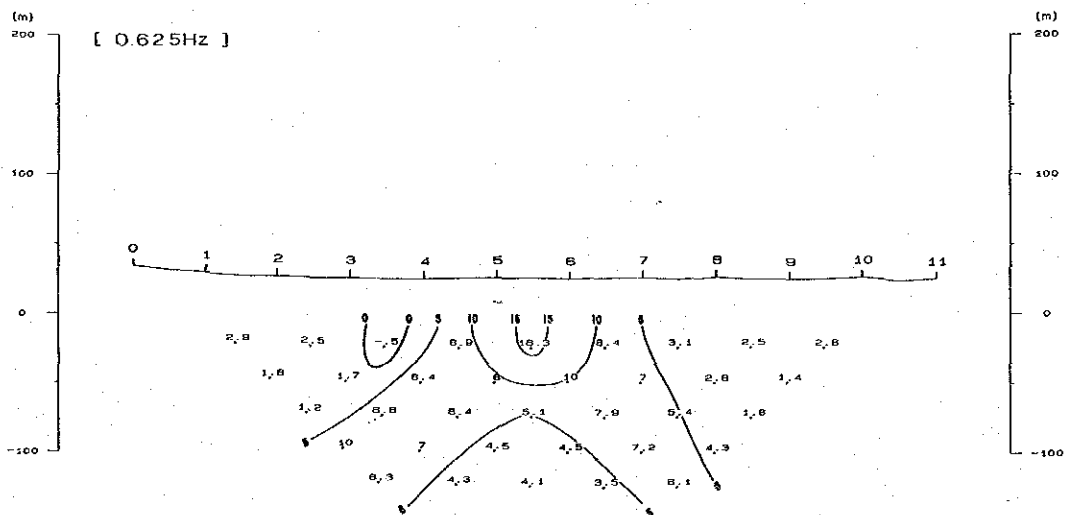
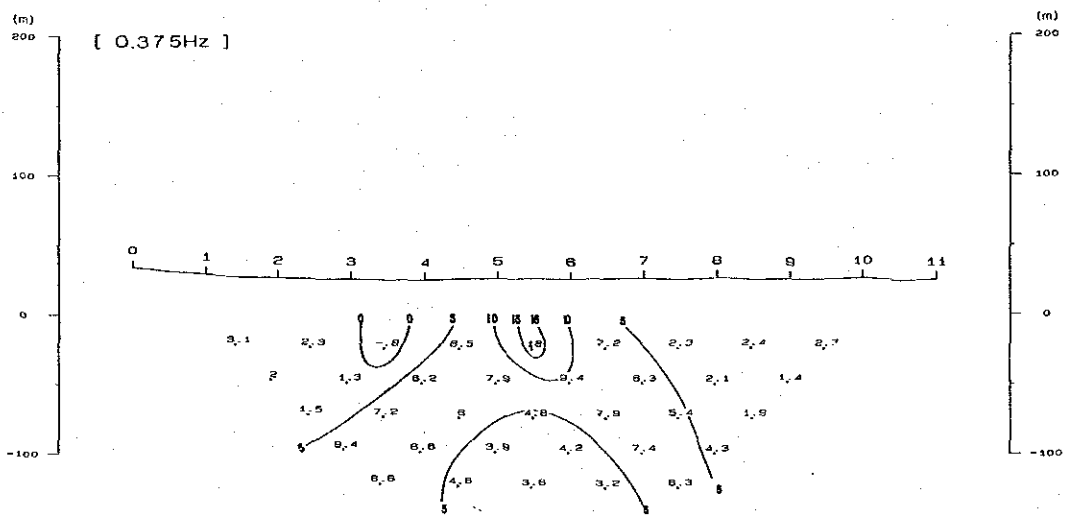
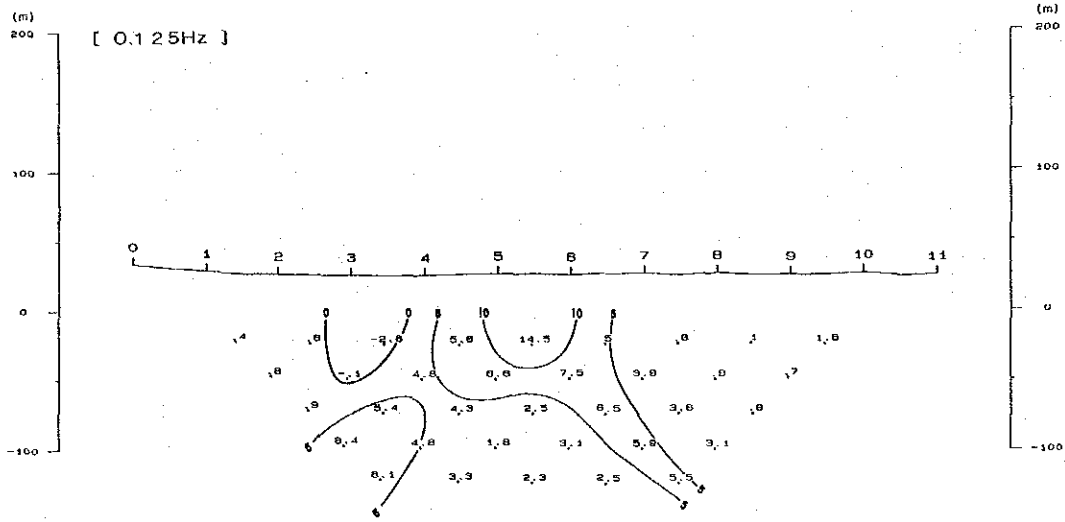


Fig. II-29-1 Raw Phase Pseudo-Section of Line F (1)

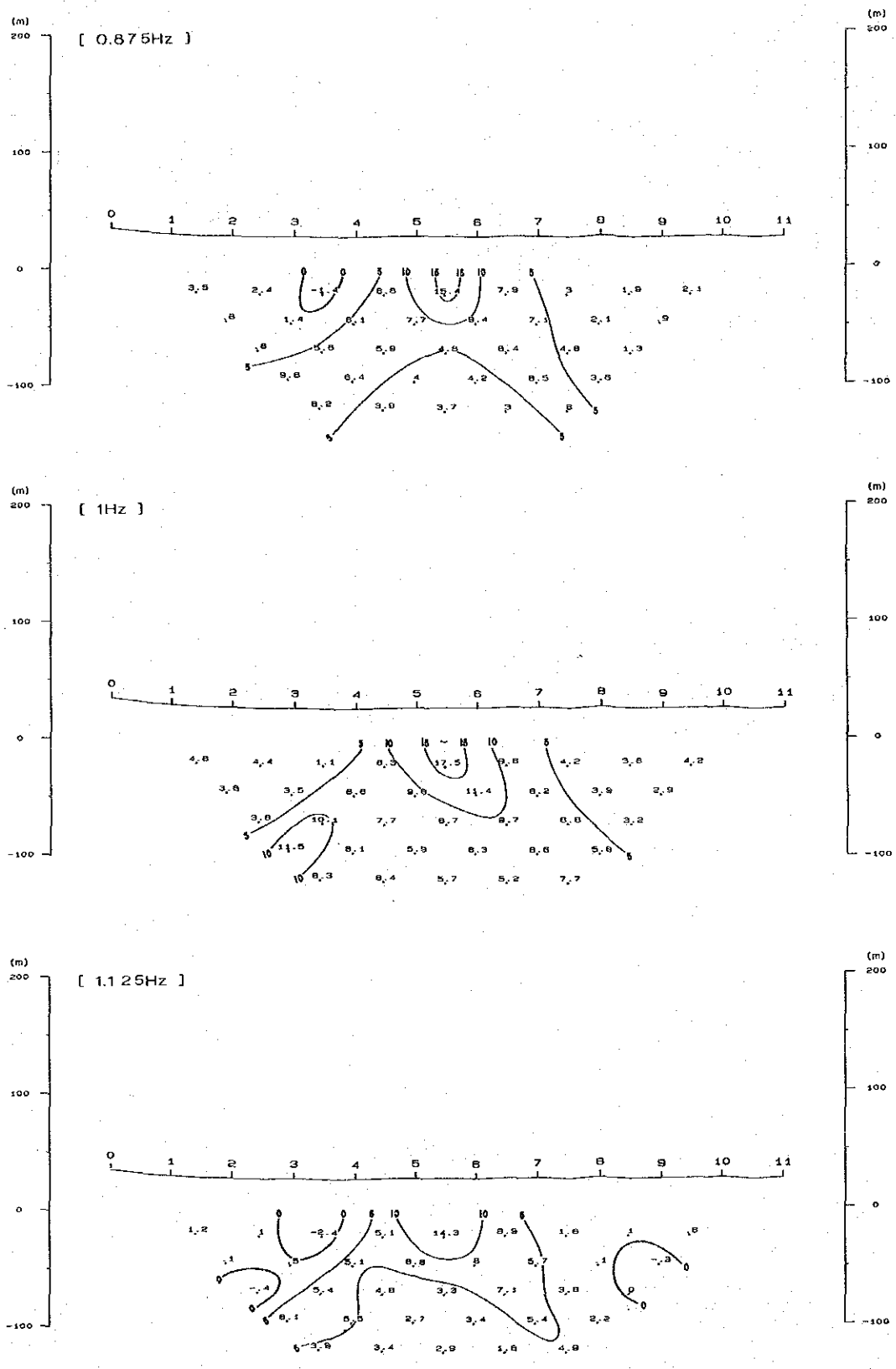


Fig. II-29-2 Raw Phase Pseudo-Section of Line F (2)



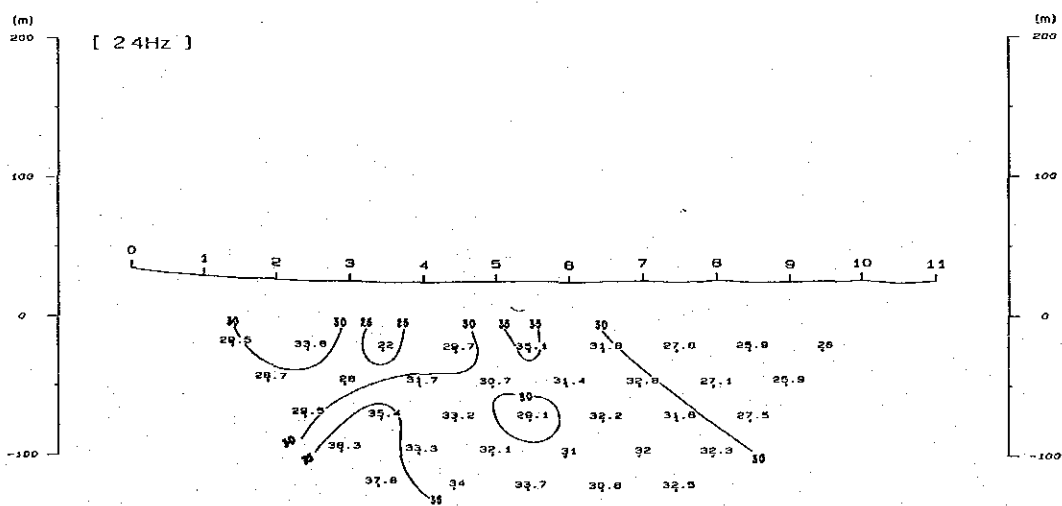
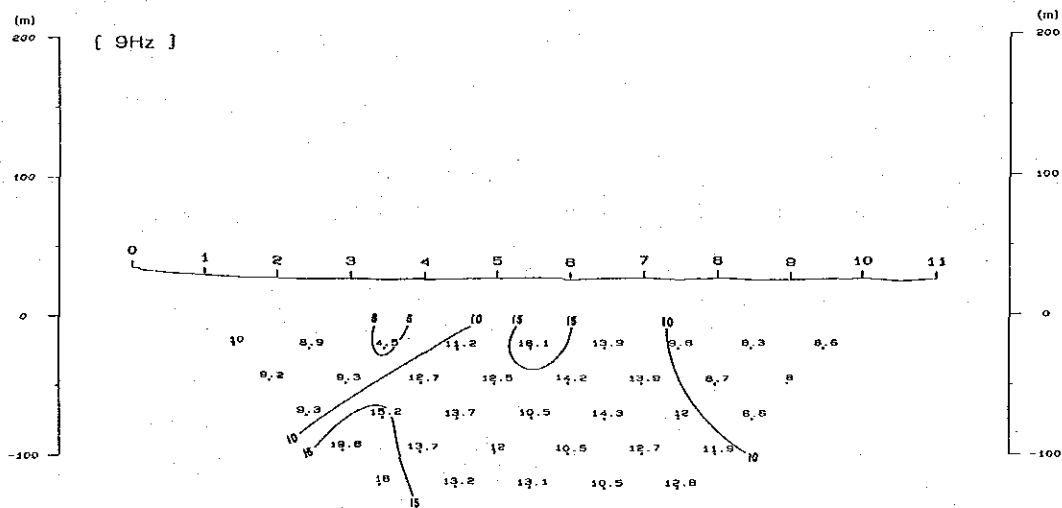
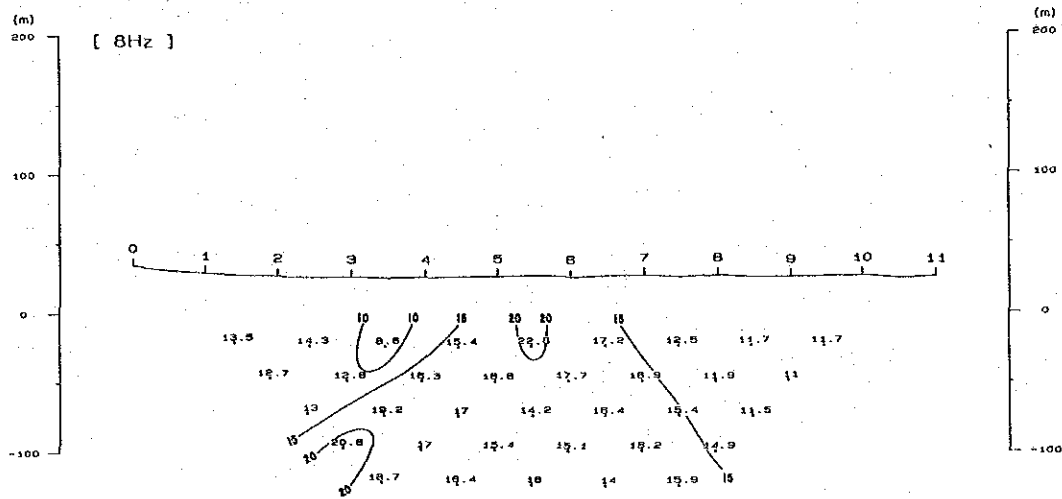


Fig. II-29-4 Raw Phase Pseudo-Section of Line F (4)

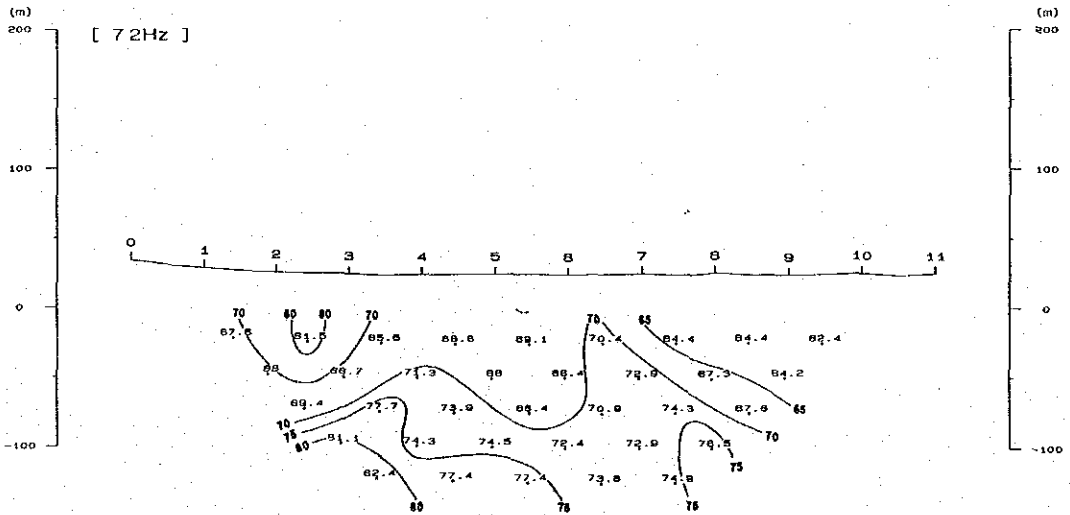
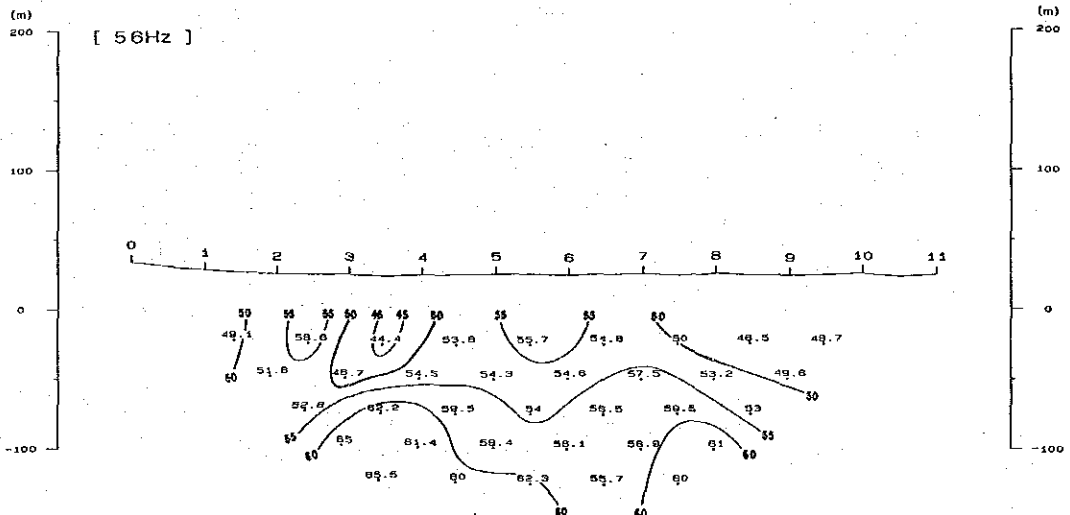
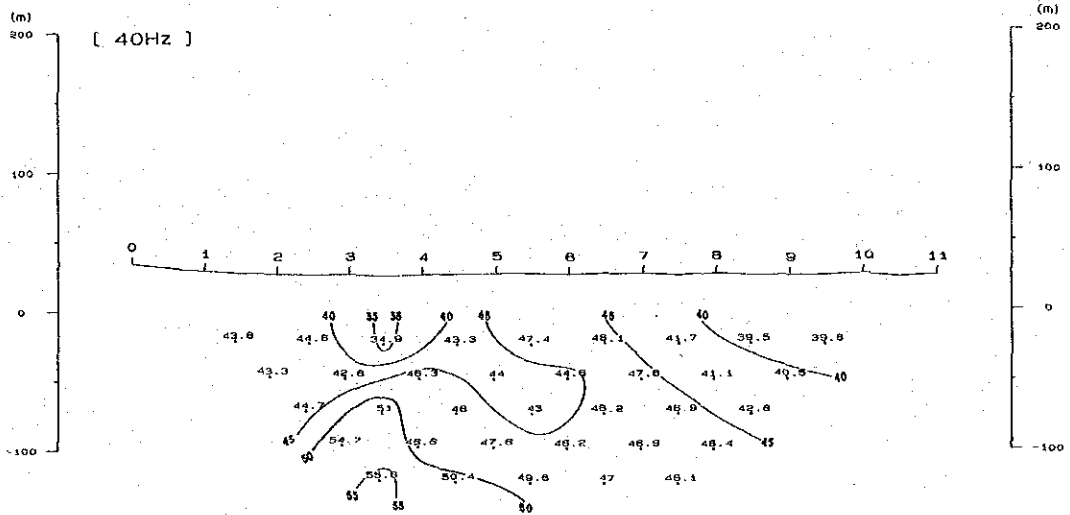


Fig. II-29-5 Raw Phase Pseudo-Section of Line F (5)

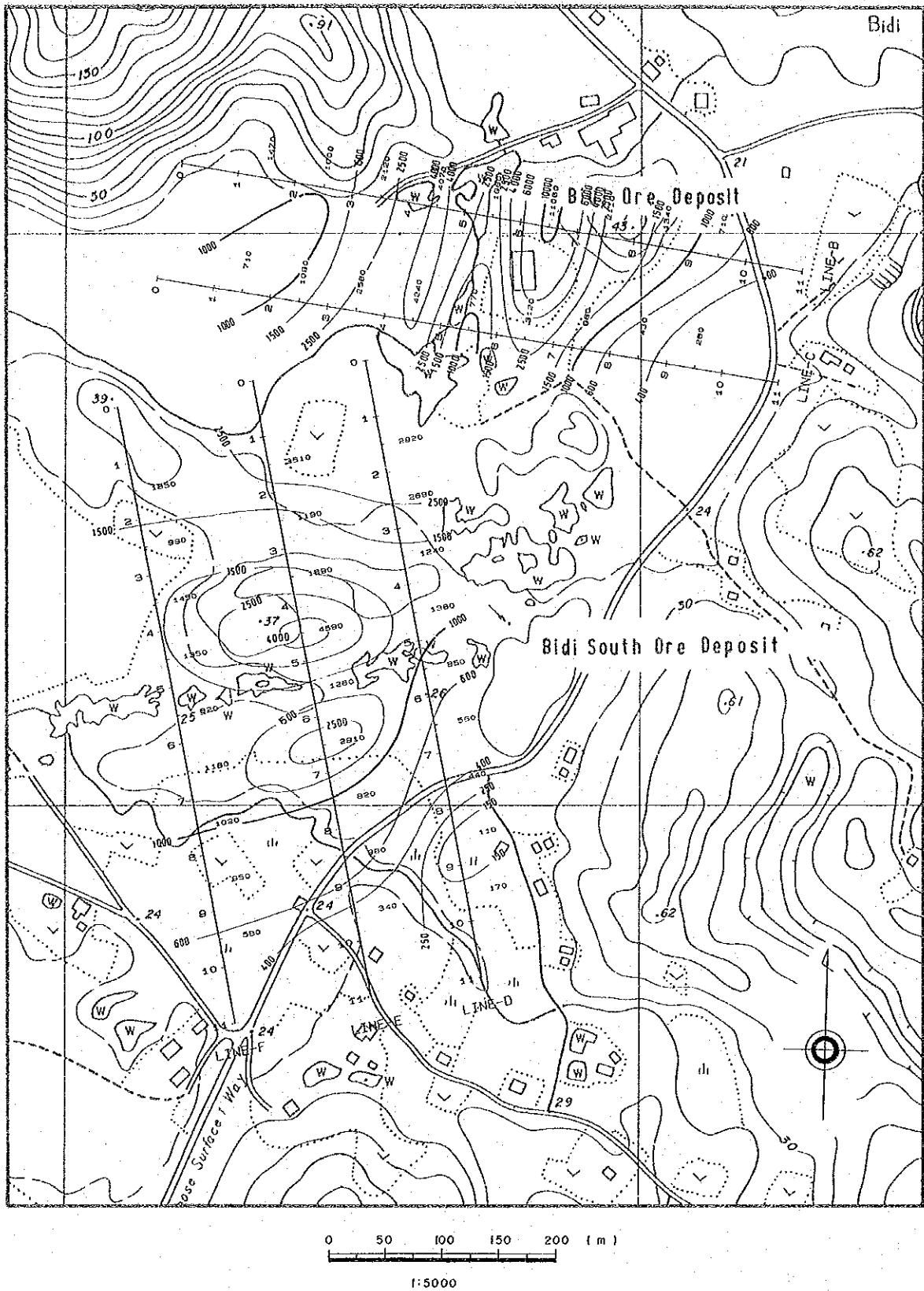


Fig. II -30-1 Plan Map of Apparent Resistivity ( $n=1$ )



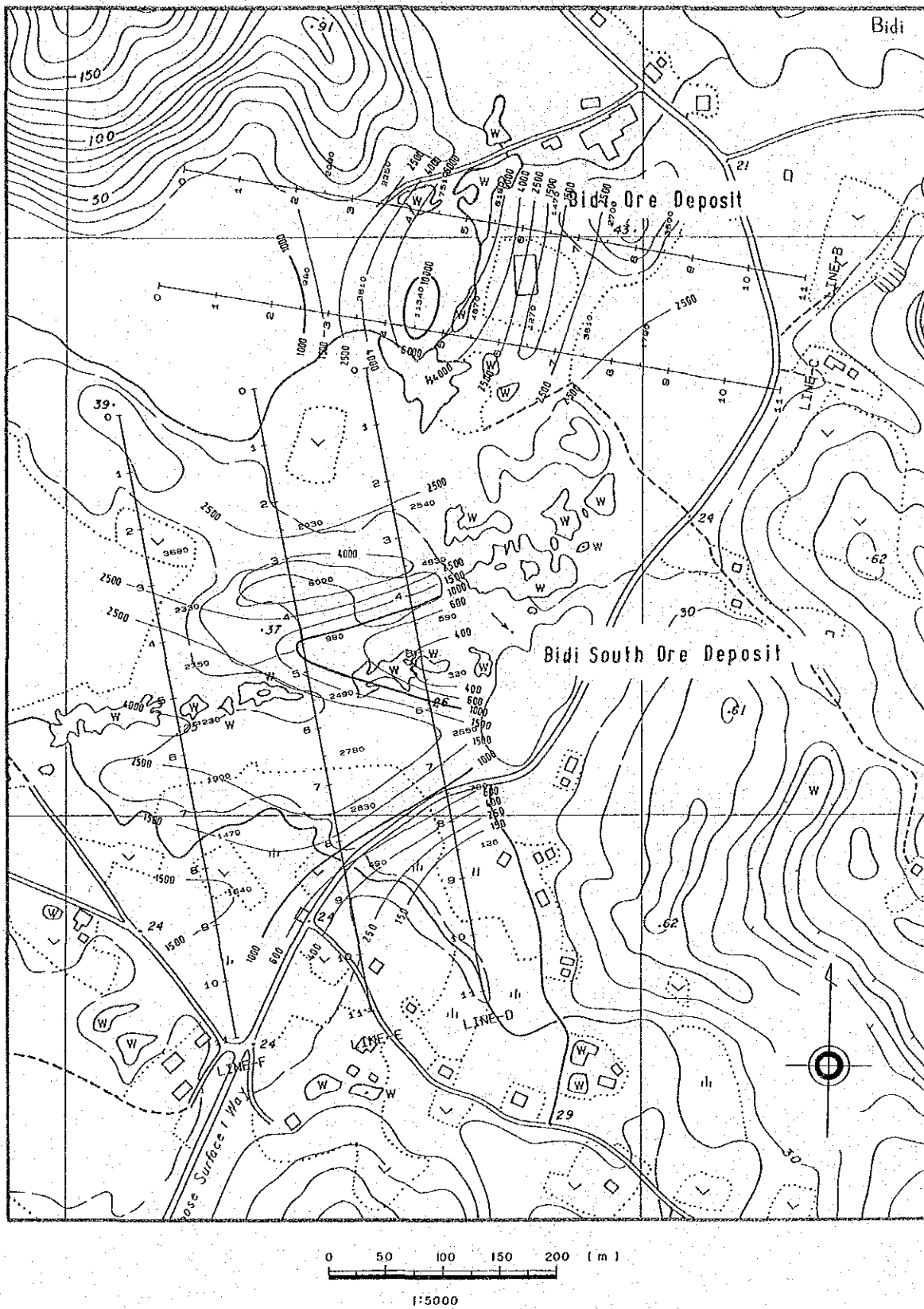


Fig. II -30-2 Plan Map of Apparent Resistivity ( $n=3$ )

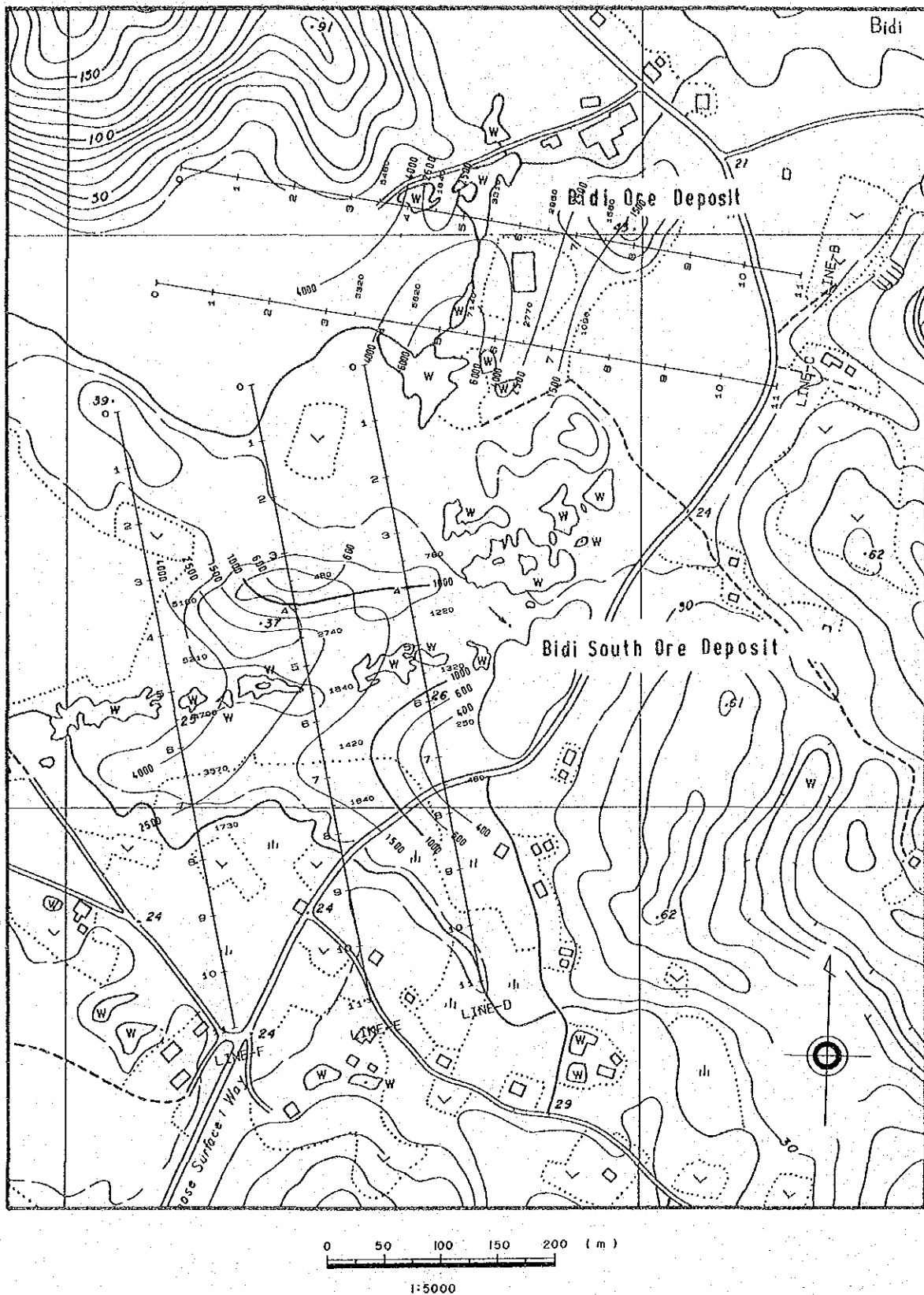


Fig. II -30-3 Plan Map of Apparent Resistivity (n=5)

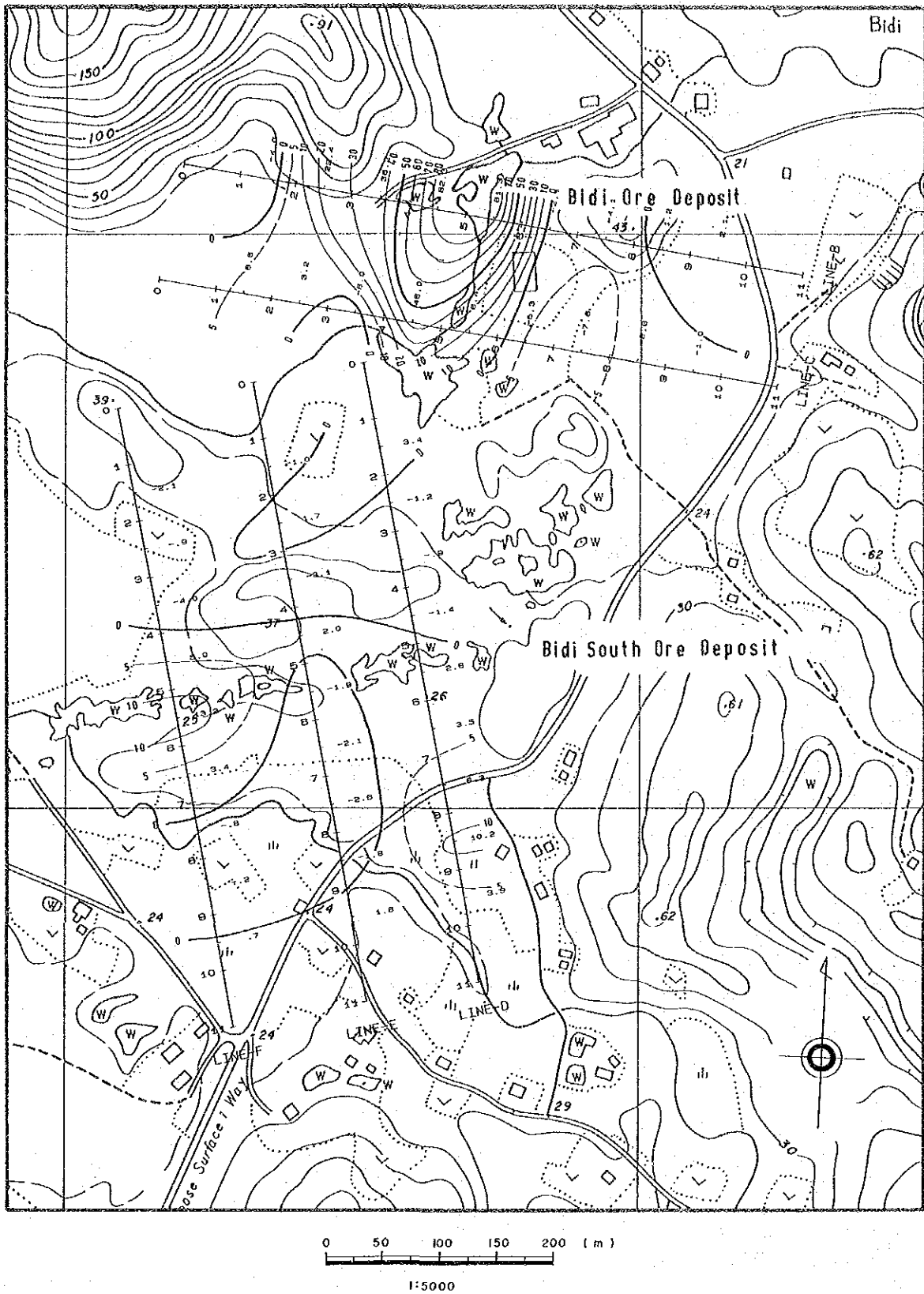


Fig. II -31-1 Plan Map of Three-Point Decoupled Phase ( $n=1$ )

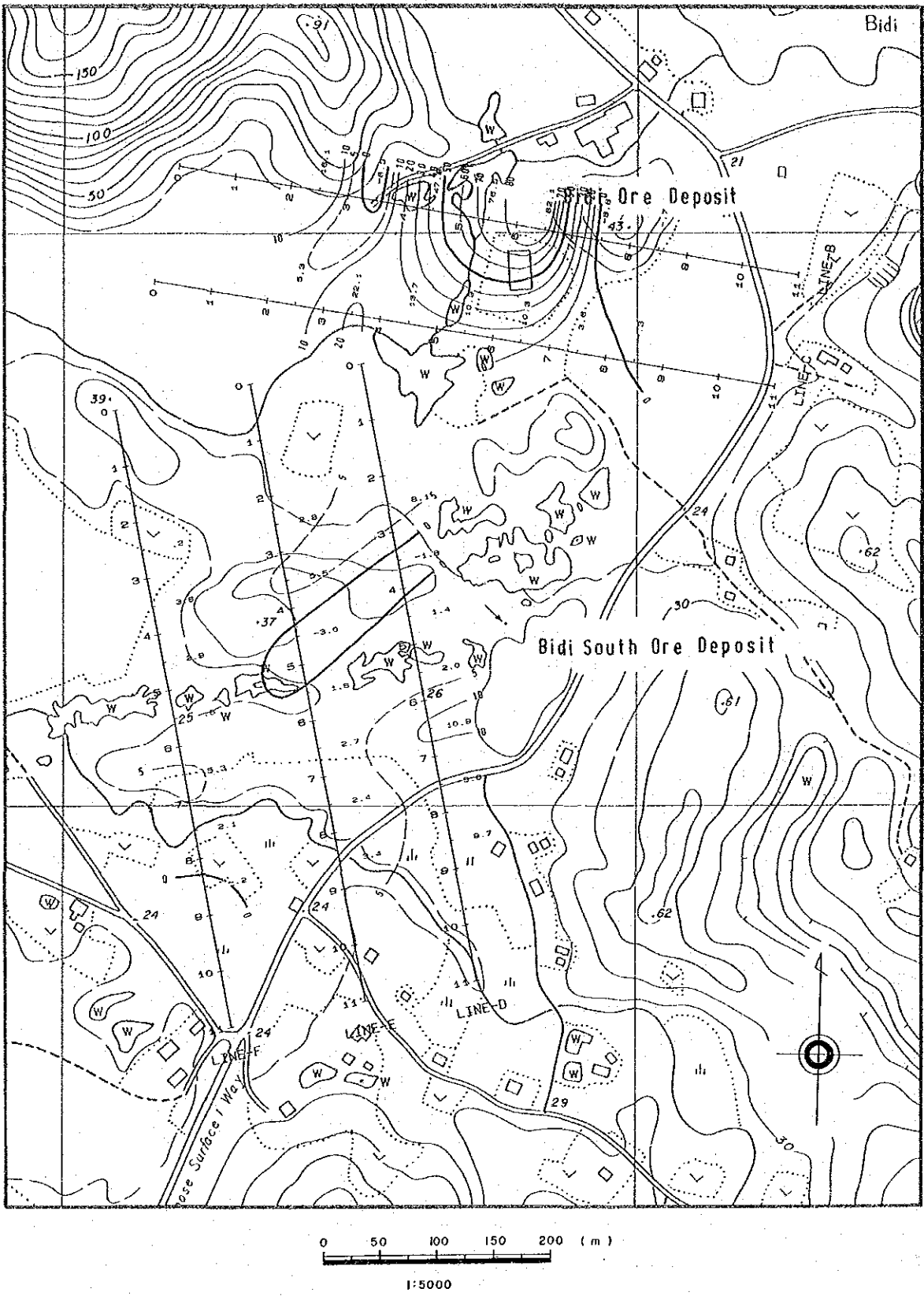


Fig. II -31-2 Plan Map of Three-Point Decoupled Phase (n=3)

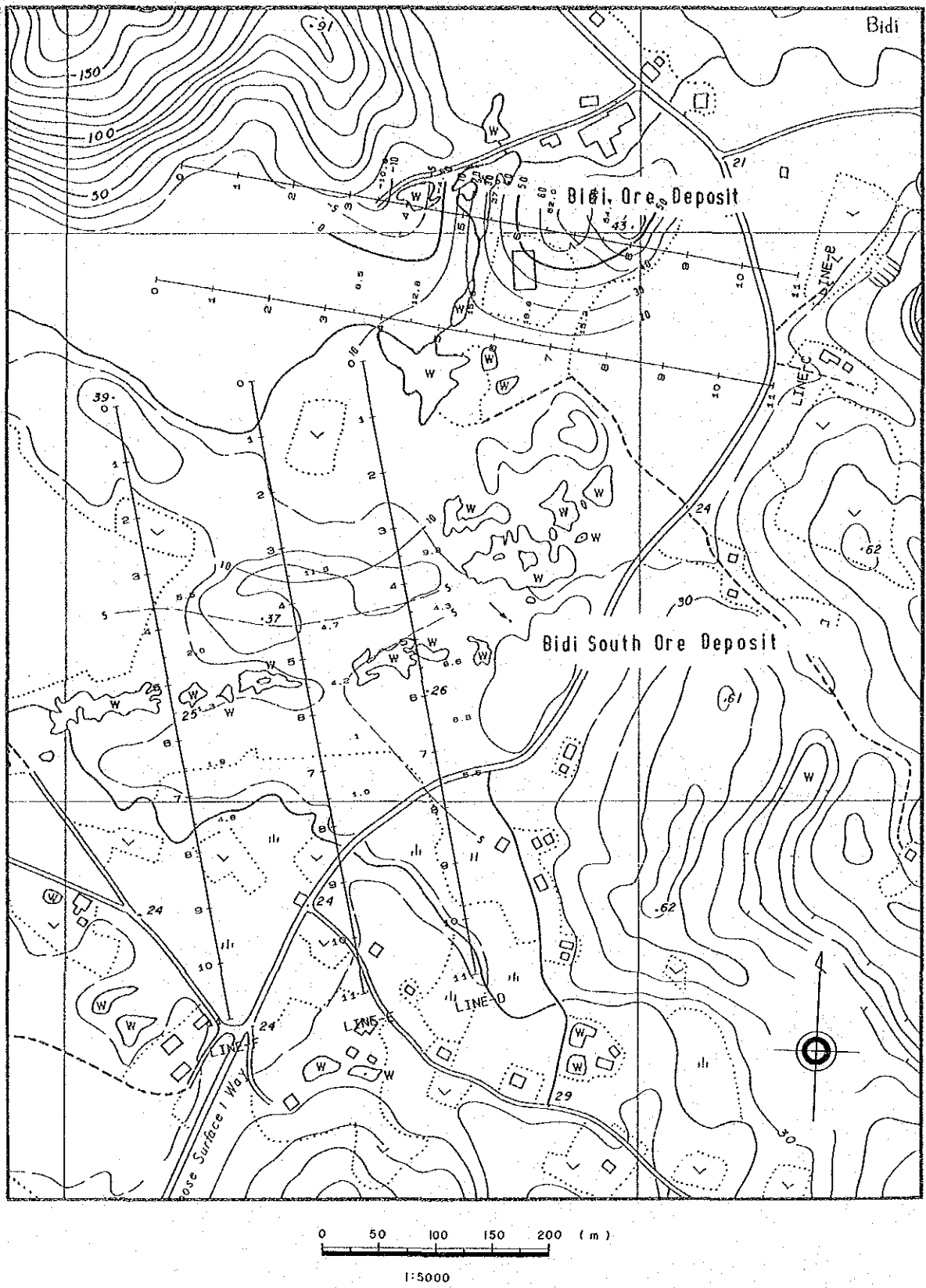


Fig. II -31-3 Plan Map of Three-Point Dceoupled Phase (n=5)

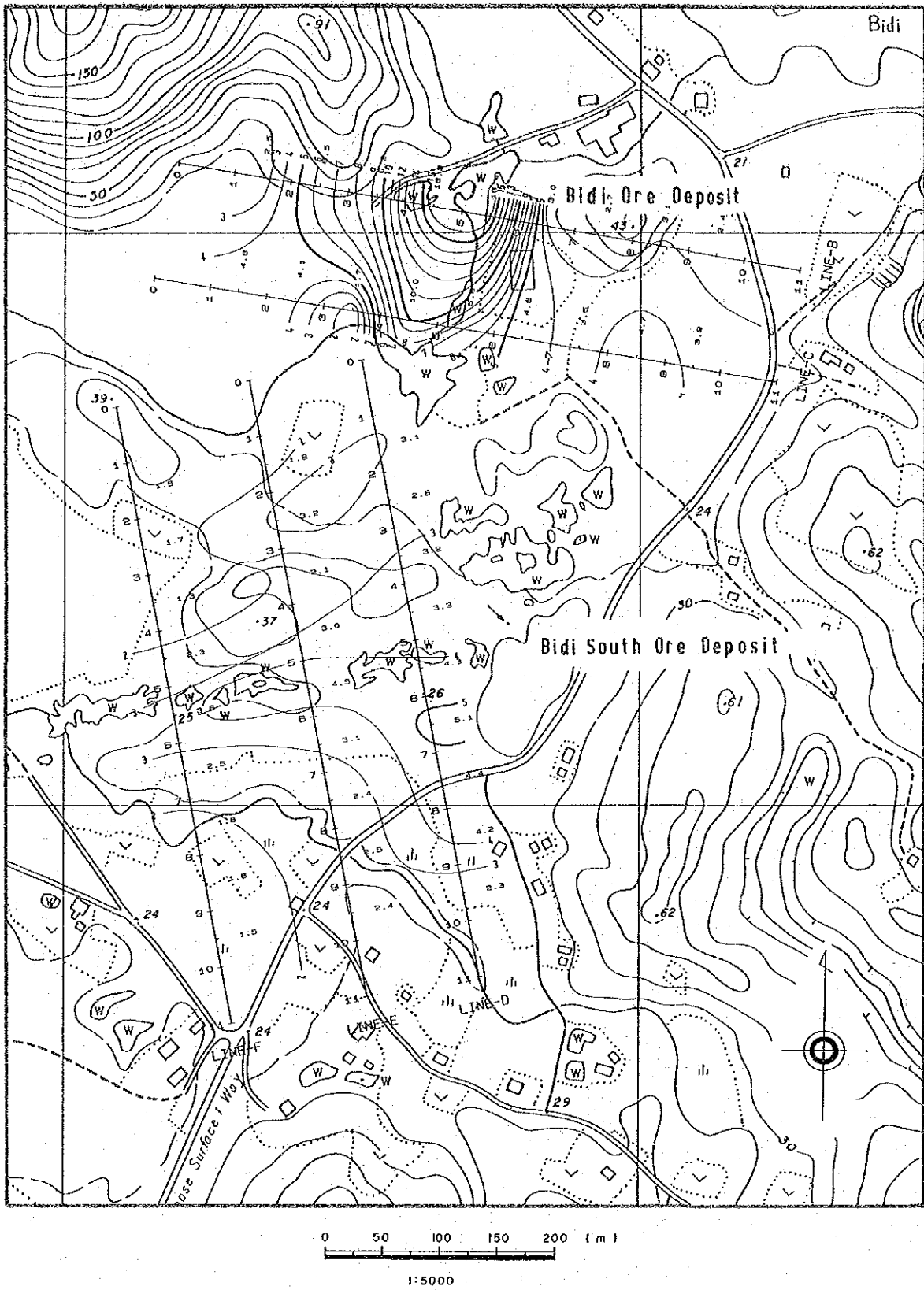


Fig. II-32-1 Plan Map of Percent Frequency Effect (n=1)

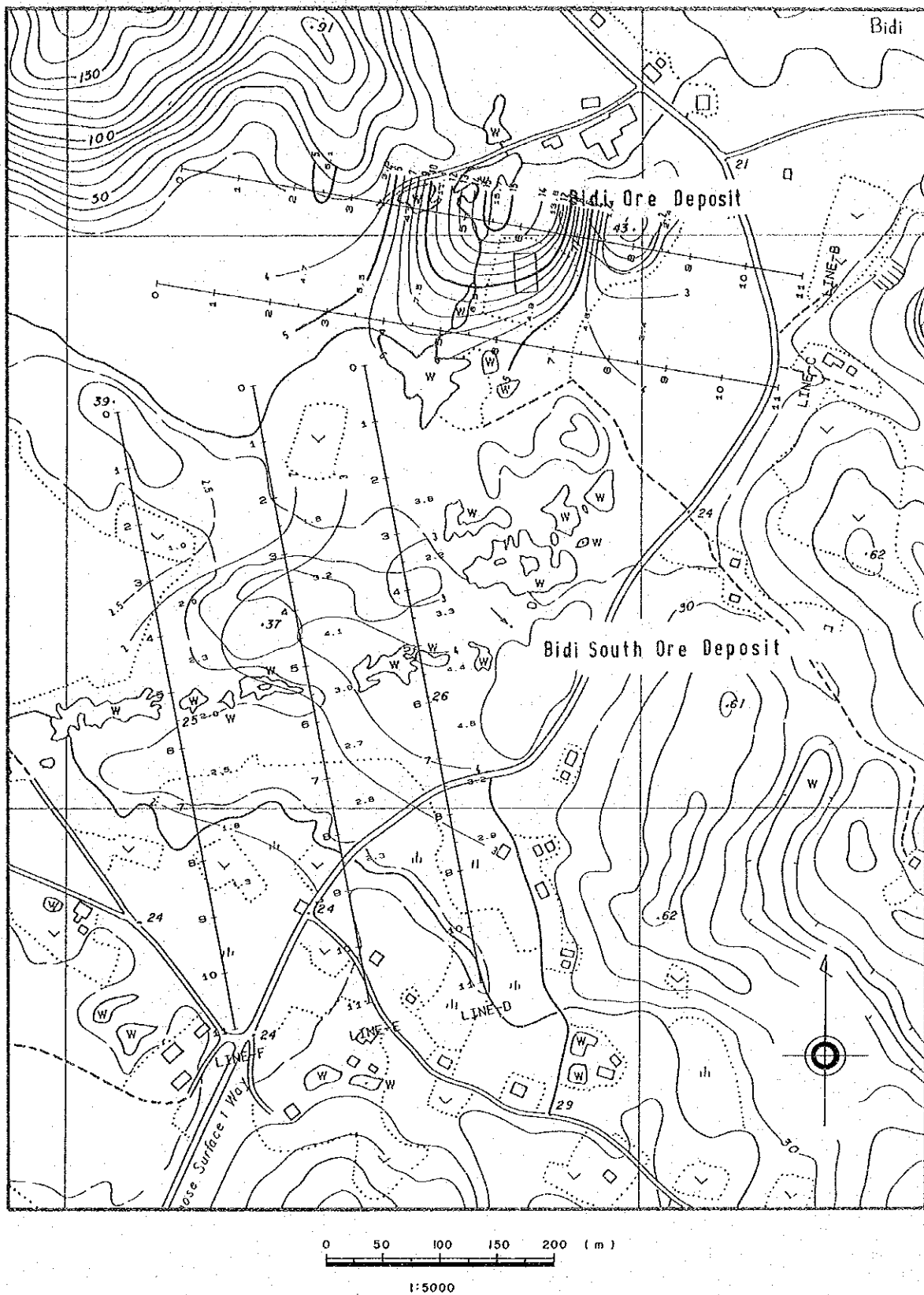


Fig. II -32-2 Plan Map of Percent Frequency Effect (n=3)

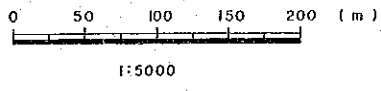
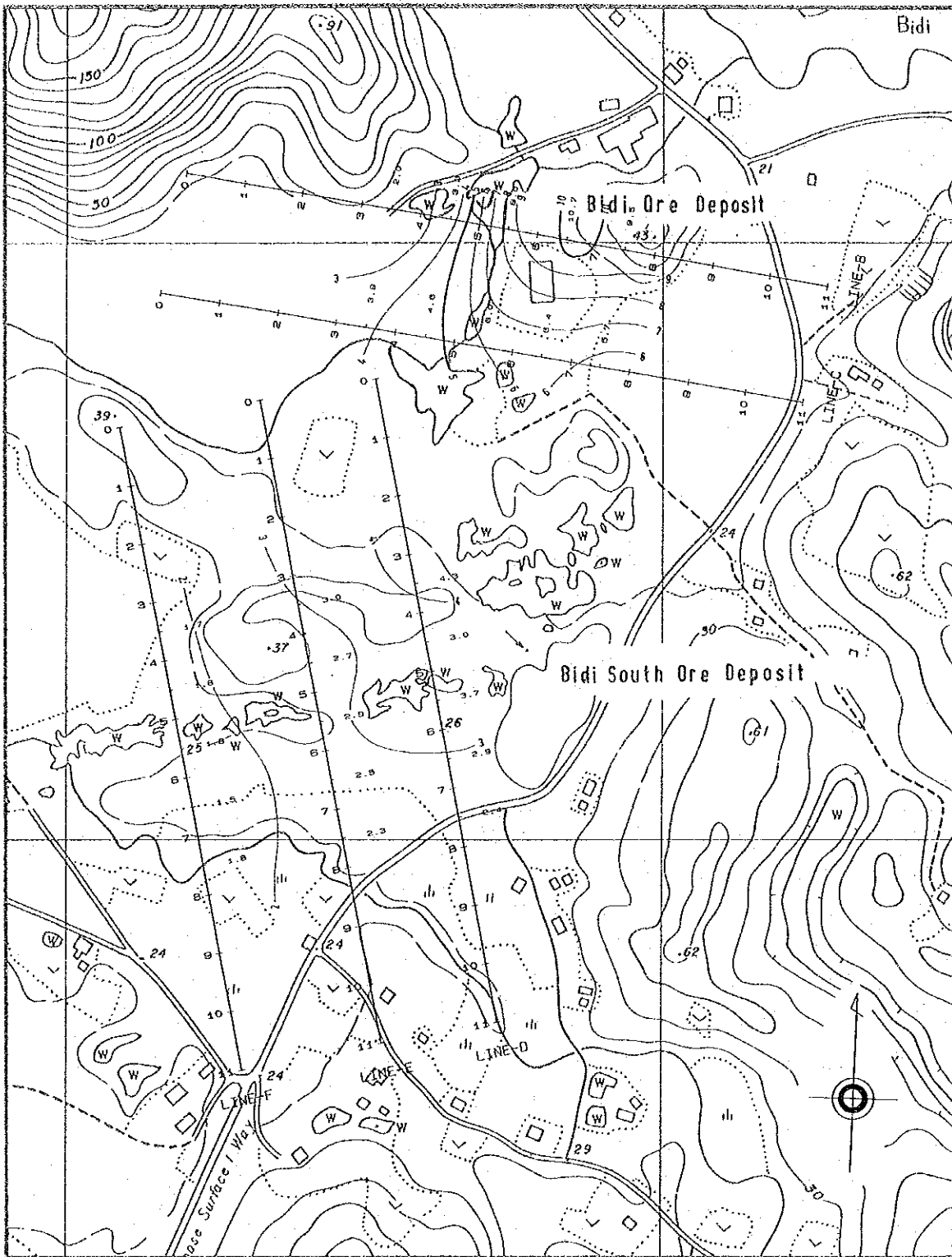


Fig. II-32-3 Plan Map of Percent Frequency Effect (n=5)