

②〇古座川の日流量推定について

菅原 正巳

丸山 文行

1. 目的及び結果の概要

1.1 我々の目的は和歌山県古座川の真砂測水所（流域面積 104 km^2 ）の日流量を、七川の日雨量記録から推定することにある。（図-1参照）

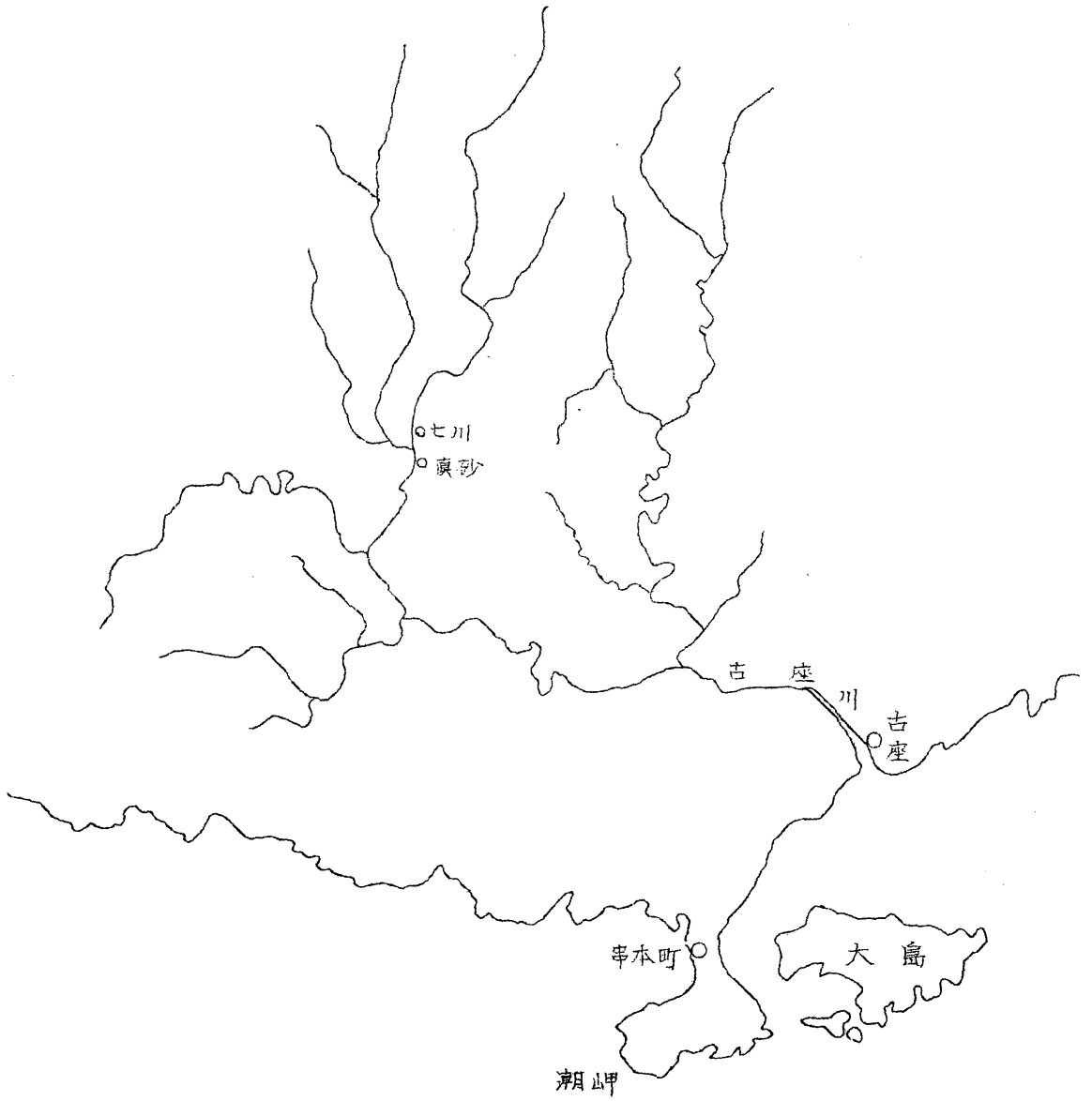
1.2 真砂測水所の記録は昭和24年以降のものしかないが、七川の雨量は大正12年以降のものがあるので、これにより古座川の流量を大正12年まで溯って推定することができる。

1.3 雨量から流量を推定するに用いた方法は、我々が従来用いて来た指数函数的流出の組合せによるものであつて、今回は次の方法を用いた。

a) 雨の少い時は、降雨の50%が、半減期約70日（1日単位の減衰率 $\gamma = 0.99$ ）の減衰率で流出する。

b) 雨が多くなると、降雨の50%が半減期約70日の減衰率で流出する以外に、降雨の約25%が半減期約2日（1日単位の減衰率 $\gamma = 0.70$ ）の減衰率で流出する。）

c) 豪雨（日雨量にして約40mm以上）の場合は、ある限度以上の雨は、その85%が半減期約14時間（1日単



图一 1

位の減衰率 $\mu = 0.30$) の減衰率で流出する。

a), b), c) 各段階の移行は後に説明する。

1.4 以上の方法により、七川の日雨量記録から、真砂の日流量を推定し、これを実測と比較したのが図-2であつて、地域的変動の多い雨を一地点の雨量から推定して計算した結果であることを考え合わせれば、一応満足すべきものと思われる。

例えば、久しく雨が降らなかつた所に、10 mm 程度の雨が降つても流量は殆ど増さないが、20 mm 程度の雨が降ると流量が増す。その境界になる場所がある訳であるが、一地点の雨量がその境界に近い値を示す場合は、流量の推定と実測とが著しく異なる値を示しても止むを得ない。

1.5 雨量の地域的変動の影響を除く一つの方法は、幾つかの地点の雨の平均をとることであるが、一地点の雨量記録しかない場合は、時間的平均をとって比較するのが一つの方法であらう。

表-1. は実測日流量と推定日流量とをそれぞれ一月ずつ加え

	24年		25年		26年	
	実測	推定	実測	推定	実測	推定
1月	80.00	80.08	151.70	151.87	88.80	100.26
2月	64.95	71.19	161.90	163.42	68.06	84.31
3月	131.20	136.96	298.60	226.95	307.83	312.42
4月	170.70	152.72	179.05	208.51	372.42	269.43
5月			452.40	344.20	123.30	184.92
6月	697.75	575.89	578.75	315.95	214.00	237.33
7月	486.75	497.30	407.50	405.49	518.72	405.26
8月	490.57	484.03	312.80	341.30	222.80	306.96
9月	283.90	371.11	767.80	646.81	120.96	136.41
10月	96.55	96.04	118.20	120.80	193.47	137.93
11月	125.35	151.60	131.10	135.98	233.73	262.43
12月	102.70	116.79	98.10	115.97	70.86	95.29
合計	2730.42	2733.71	3657.90	3177.25	2534.95	2532.95

表 - 1

たもので、月流量にすると推定と実測とは甚だよい一致を與えるものとみてよい。 図-3はこれを図示したものである。

2. 資料

2.1 資料として用いたのは、昭和24年、25年、26年の真砂の日流量記録と、七川の日雨量記録である。七川の日雨量記録は、所々の欠測を除き、大正12年1月より昭和27年11月までのものがある。

2.2 3年間の流量記録のうち、昭和26年度のも

推定月流量

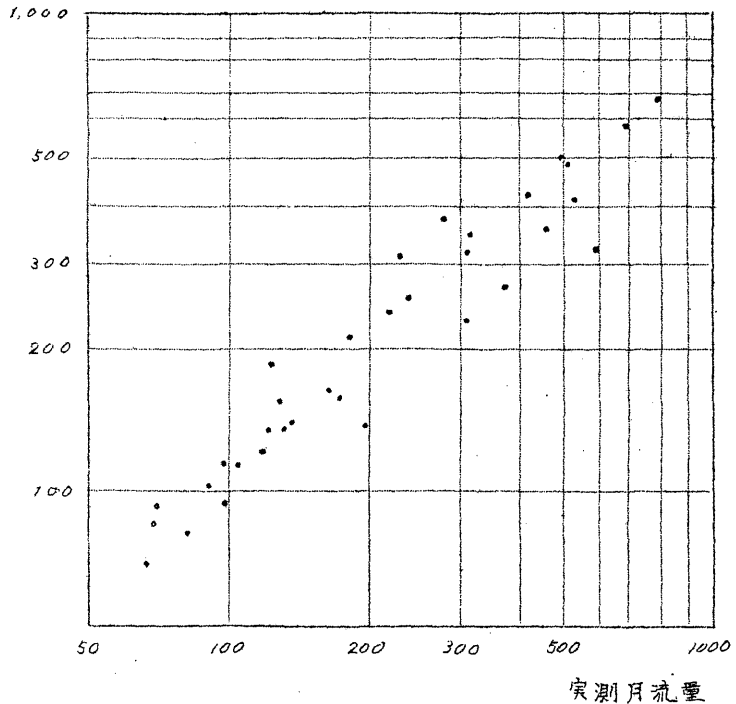


図-3

のは、前の2年間のものと比べると、異質であると認められる。

a) 昭和24年度、25年度の水位流量曲線と、26年度の水位流量曲線とは異なる。

b) その水位流量曲線の変更は、量水標の移動や、河床の変化によるものと考へ難い点がある。以下その理由をあげる。

c) 昭和25年12月31日の水位47 cm、流量 $3.60 \text{ m}^3/\text{sec}$ に対し、26年1月1日は水位43 cm、流量 $5.10 \text{ m}^3/\text{sec}$ であつて、水位は下り、流量は増している。この間、降雨がある訳でもない。

d) 月雨量と月流量との相関関係を両対数方眼紙に描くと、24、25 両年度のもの、26 年度のものとは異質になる。

e) 日流量の変化を半対数方眼紙にグラフに描くと、24、25 両年度のもの、26 年度のものとは異質である。

f) 年間雨量と年間流出高とを比較すると表-2、のようになり、26 年度だけが異常である。

	年間雨量	年間流出高
24年	3459.3	2201.89
25年	4245.6	3038.85
26年	3371.6	3940.63
		(2105.97)

(24年5月は除く)

g) そこで、24年、25年

表-2

度の水位流量曲線を、そのまま26年度にも適用し、新たに26年度の日流量を算出した。この値を用いて計算した年間流出高が表-2の括弧内の数値であつて、この値は24年度、25年度の結果とよく相応する。またこの新たに算出された流量を用いると、月雨量と月流量との相関図ももっともらしくなるし、流量の変化の様子も異質でなくなる。

h) 以上の理由により、26年度の流量としては、24、25両年度の水位流量曲線を用いて算出した数値を用いることにする。図-2、表-1、図-3に用いた流量は、いずれもこの修正された流量である。

3. 研究の経過

3.1 以下我々が用いた流量推定方式を得るに到った経過を略述しながら、それによつて推定方式を説明する。

3.2 日流量を半対数方眼紙に描いて見て、まず気がつくのは、昭和24年1月、2月の流量の変化である。この間、ある程度の降雨があるにも拘らず、流量にはその影響があまり現われず、

、流量は僅かずつ減少して行く。1月1日の流量 $2.85 \text{ m}^3/\text{sec}$ が、50日かかって2月20日の $2.05 \text{ m}^3/\text{sec}$ に減じたとすれば、この減水率は半減期約100日に相当する。もちろん、この間にある程度の降雨があるが、その量は 50 mm 程度で、流出高に比較して余り大きくない。そこで半減期は100日より稍々短いものと考え、計算に便利であることも考慮して、流量は1日に1%ずつ減少するものと假定した。これは半減期にして69日に相当する。

3.3 以上により、2か月～3か月程度の半減期を持つ基底流量とも言うべきものがあることがわかる。これは24年の始めに $2.85 \text{ m}^3/\text{sec}$ の値を持つ。流出高に直して約 $2.5 \text{ mm}/\text{day}$ である。1日単位の減衰率を $\gamma = 0.99$ とすれば、 $2.5 \text{ mm}/\text{day}$ の流出高は、 250 mm の水が涵養されていることに相当する。これはかなり大きな値である。

3.4 24年1月、2月の流量は、雨量の50%が減水率 $\gamma = 0.99$ で流出するとして計算すれば、非常に実測とよい一致を與える。

3.5 降雨がしばらくないと、基底流量が現れる。かくて、基底流量の年間の消長を知ることができる。昭和24年～26年においてこの値は $2 \text{ m}^3/\text{sec} \sim 3 \text{ m}^3/\text{sec}$ の程度である。5日毎の雨量と、基底流量の変化との関係を調べることにより、雨量の50%を基底流量に入れる計算で、およその見当は合うと見通しをつけた。

3.6 雨量の多い時は、2日か3日で半減する流量成分が現われる。この成分を調べるためには、流量から基底流量と考えられるものを引き去り(基底流量の変化はゆるやかであるから、短い期間については、略々一定値であるとみてよい)、これと雨量との関係を調べればよい。

図-4は24年3月5日より30日までの間の基底流量を仮に $2.20 \text{ m}^3/\text{sec}$ と仮定し、流量から 2.20 を引いたものを実線で描き、雨量の25%が $\gamma=0.70$ で流出したとして計算した流量を点線で描き、両者を比較したものである。

5日から10日までの間、常に過大な値を與える欠点を除けば、まずかなりの一致とみてよからう。

図-5は24年4月の場合で、ここでは基底流量を $2.50 \text{ m}^3/\text{sec}$ と仮定した。

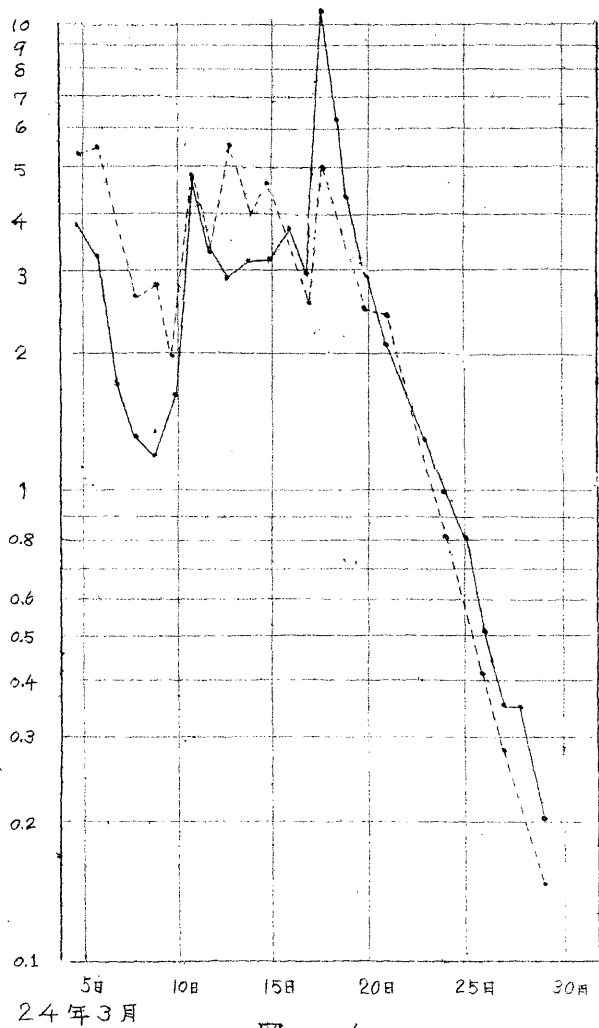
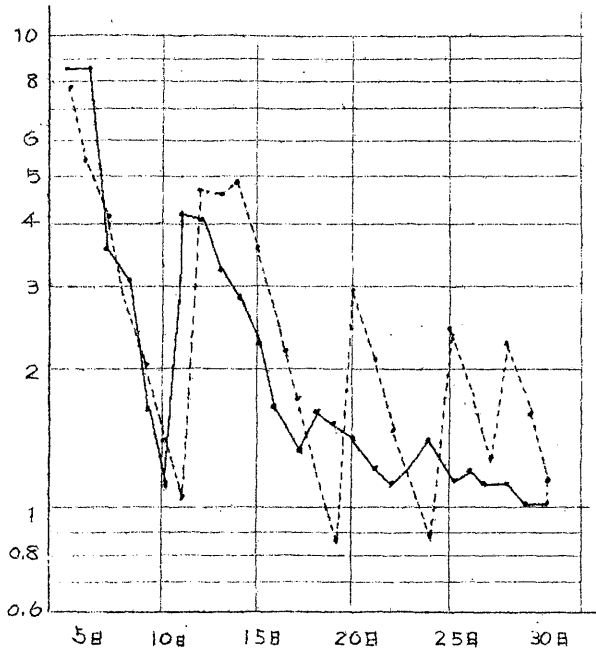


図-4

4月下旬において、計算値の方が変動するのに対し、実測値の方は平均的な値をとりつつ安定している。

これは雨の降り方に原因するものと思われる。雨が地域的にも時間的にも変動の多い降り方をしてその結果一地域の雨量は時間的に変動の多い降り方となつたのに対して(従つて雨量より計算した流量も変動する)、流域全体に降つた雨量では平均化されて変動が消えたものである。



24年4月

3.7 以上の試算により、雨量の約25%が半減期2日(1日単位の減衰率 $\gamma=0.70$)の減衰率で流出するという成分のあることがわかる。

しかるにこの成分は24年1月から、2月24日までは現われず、*との程度の雨が降ったときに、基底流量以上の雨が現われるかを知ることが問題となる。*基底流量だけが現われている。

3.8 年間を通じて、雨量の25%を $\gamma=0.70$ で流出させる成分を計算した結果、基底流量が現われるときと、 $\gamma=0.70$ の流出成分が $1.5 \text{ m}^3/\text{sec}$ を割るときが略々一致することがわかった。

そこで、半減期2日の成分は、それが $1.5 \text{ m}^3/\text{sec}$ を越えたときに始めて現われ、それ以前は吸収されてしまうと考へれば一応よかるうと思われた。しかし、この方式は後に改良されることと

なった。

3.9 半減期 69 日の成分と、半減期 2 日との二成分だけでは、豪雨の際の流量を推定することができない。豪雨の際には水は更に速かに流出する。降雨量と流出量とを比較することにより、日雨量が約 40 mm を越えたときに、速かに流出が始まることかわかる。

かかる洪水流量は、時間雨量、時間流量の記録なしには十分には分析出来ないが、幾つかの試算の後に、約 14 時間の半減期（1 日単位の減衰率 $\gamma = 0.30$ ）で日雨量 40 mm を越える部分の 85% を流出させることとした。また、豪雨が 2 日以上に涉るときは、2 日目以降は 5 mm を越えた部分の 85% が $\gamma = 0.30$ で流出することとした。

3.10. 以上の考察により、一応の推定方式が得られた。

a) 降雨の 50% は半減期 69 日（ $\gamma = 0.99$ ）で流出する。

b) 降雨の 25% は半減期 2 日（ $\gamma = 0.70$ ）で流出する。

ただし、この成分は $1.5 \text{ m}^3/\text{sec.}$ （流出高にして約 1.25 mm/day ）を超過した部分だけが流量として現われる。

c) 日雨量 40 mm 以上の豪雨は 40 mm を越える部分（2 日以上に涉る豪雨については 2 日目から 5 mm を超える部分）の 85% が半減期 14 時間（ $\gamma = 0.30$ ）で流出する。

この部分については a), b) の成分は消滅する。

3.11 上に得られた推定方式はかなりよい結果を興えるが、降雨後の流量が基底流量に移行する所で欠陥を現わす。

図-6 はそれを示している。図-6 の破線は 3.10 の推定方式による推定流量で、実線は改良した推定方式によるものである。

3.10. の推定方式の欠陥は (b) の成分に原因がある。降雨の 25% を $\gamma = 0.70$ で流出させるという成分が、 $1.5 \text{ m}^3/\text{sec.}$ 以下の時は現われないという規則はよいのであるが、一旦この成分が、

$1.5 \text{ m}^3/\text{sec}$ を超えて外に現れると、今度は $1.5 \text{ m}^3/\text{sec}$ を割つても、しばらくは消えないことにしないと、**実際**と合わないのである。そこで、次の改良を行なう。

3.12 降雨の25%が $\gamma = 0.70$ で流出するという成分を考える。この流量成分が $1.5 \text{ m}^3/\text{sec}$ になるまでは、降雨の25%はこの成分に吸収され、**基底流量**だけが外に現われる。

ある程度以上の降雨があれば、この**流量成分**は $1.5 \text{ m}^3/\text{sec}$ を超えるが、この成分が $1.5 \text{ m}^3/\text{sec}$

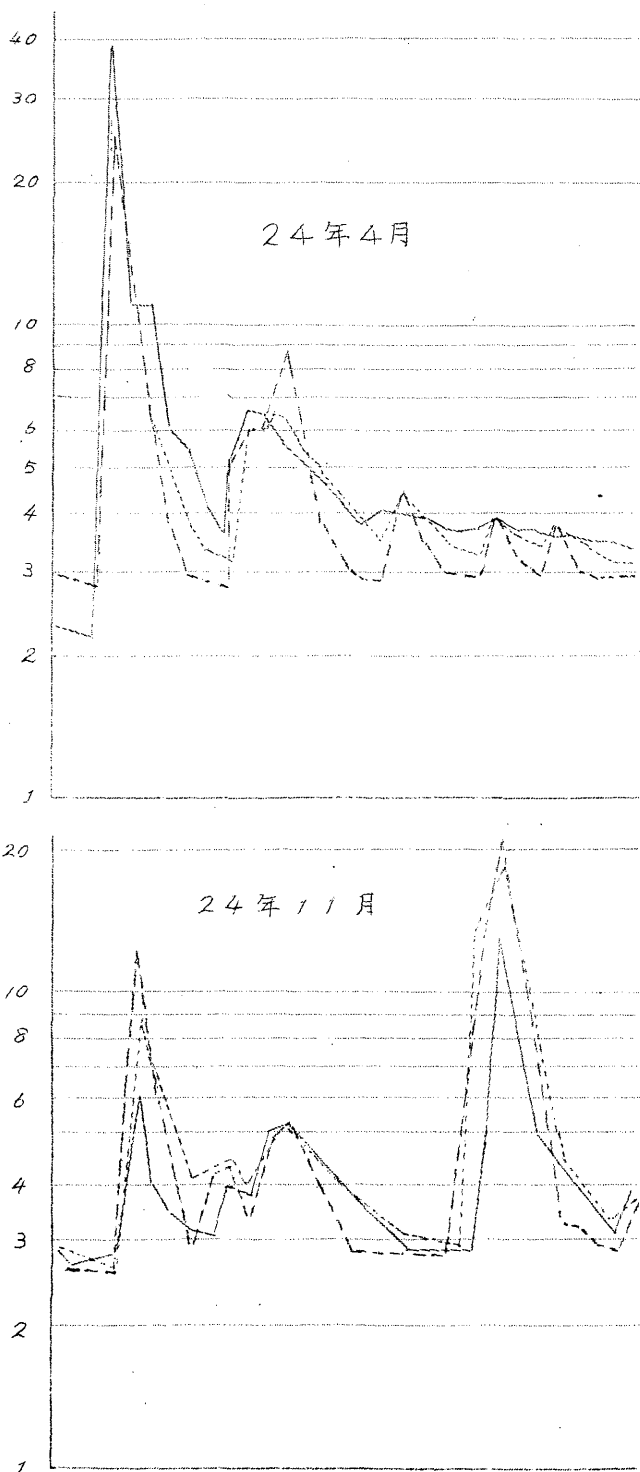


図-6

に達するまでの降雨はこの成分に吸収され、その残り、いわば溢れた部分が外部に現われる。その溢れた部分を $\gamma = 0.70$ で流出させたものを、一つの流量成分として基底流量に加えるのである。

3.13. $\gamma = 0.70$ の流出成分を上規に改めたついでに、洪水流量もこの規則に一致させることにする。

即ち、 $\gamma = 0.70$ で流出する成分が、 $3.5 \text{ m}^3/\text{sec}$ に達したならば、この成分は飽和し、それ以上の余分の雨量は洪水流量に廻り、その85%が $\gamma = 30$ で流出するとするのである。

3.14. 我々の得た流量推定方式は結局次のようになる。

a) 雨量の50%は $\gamma = 0.99$ で流出させる。これが基底流量である。

b) 雨量の25%を $\gamma = 0.70$ で流出させる。この成分は、 $1.5 \text{ m}^3/\text{sec}$ に達すると飽和し、その余分の雨が始めて流量に現われ、a) の基底流量に加わる。

c) b) から溢れた雨量は $\gamma = 0.70$ で流出する。この成分は $3.5 \text{ m}^3/\text{sec}$ で飽和する。

d) c) が飽和すると、それ以上の雨の85%は $\gamma = 0.30$ で流出する。

3.15 以上の方式で計算すると、基底流量が稍々過大に出て来る。そこで、基底流量は $3 \text{ m}^3/\text{sec}$ で飽和するという規則を更に追加することにする。この方式で計算したものが図-2の推定量である。

3.16 かくて得られた推定方式は、種々の欠点もあるが、3年間の資料では、ある程度以上の深入りもできないと思われる。

二三の問題とすべき点をあげる。

a) 基底流量については疑問とすべき点が多い。特に夏期の蒸発が基底流量に及ぼす影響である。特に24年8月上旬

に基底流量が $1.6 \text{ m}^3/\text{sec}$ 程度まで下って居るのは計算では今の所出そうもない。

b) 基底流量以外の成分が現われる時の規則は、上に與えた方式以外にも工夫の余地がある。どれがよいかは、更に多くの実例との比較にまつ必要がある。

c) 洪水流出を $\mu = 0.30$ 一つに限ったのは少し無理である。
 100 mm , 200 mm を超える大雨に対しては、更に速い流出が起るであろうし、流出する比率も 95% より大となるであろう。しかし、これに対する分析は日雨量だけでは困難である。

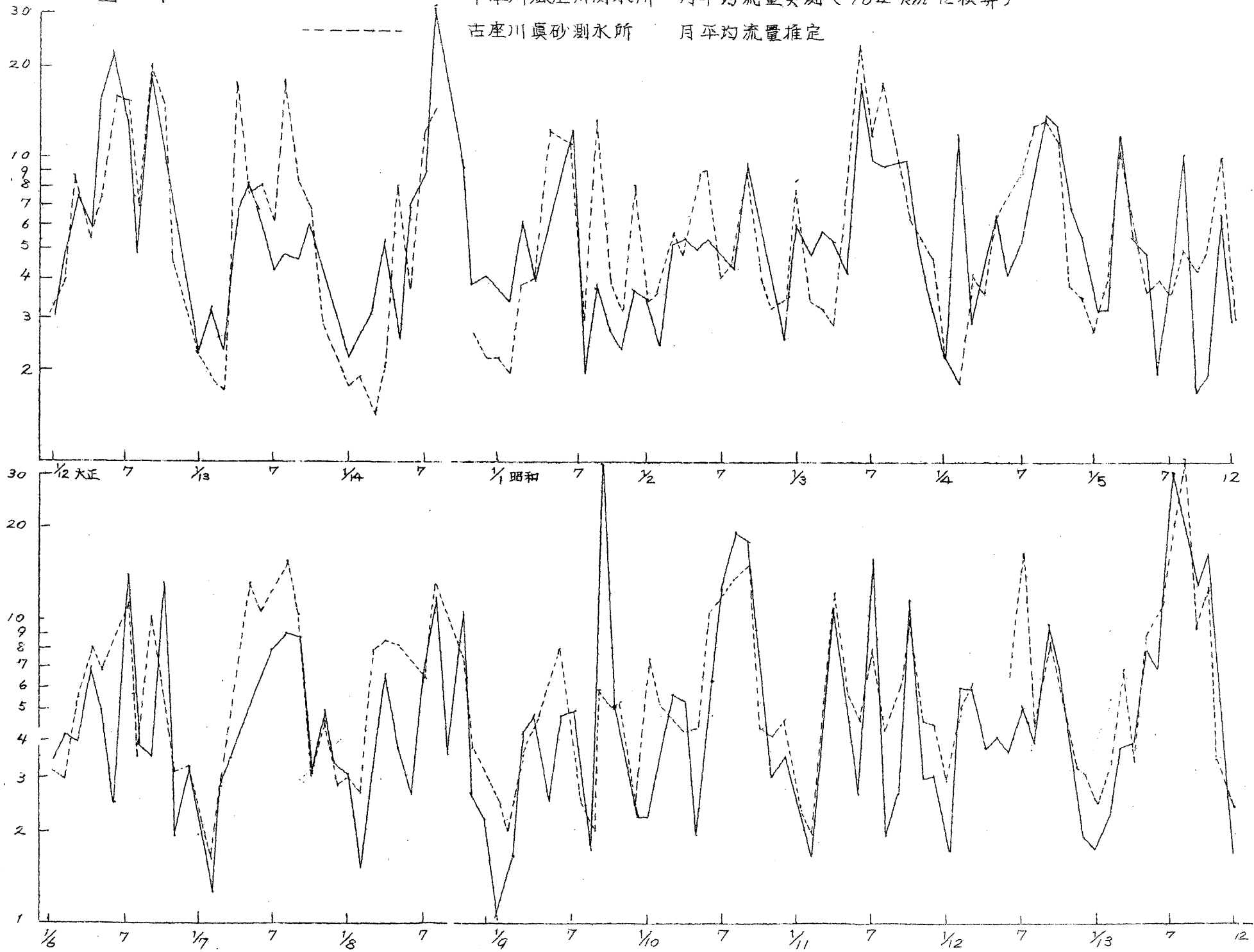
3.17. 不幸にして、昭和24年、25年、26年は豊水年であった。豊水年の資料から得られた推定方式で、渴水年の流量を推定するのは少し心配である。そこで、能野川水系十津川、風屋川測水所の大正12年以降の月流量記録と、我々の推定日流量から計算した古座川の月平均流量とを比較してみることにした。

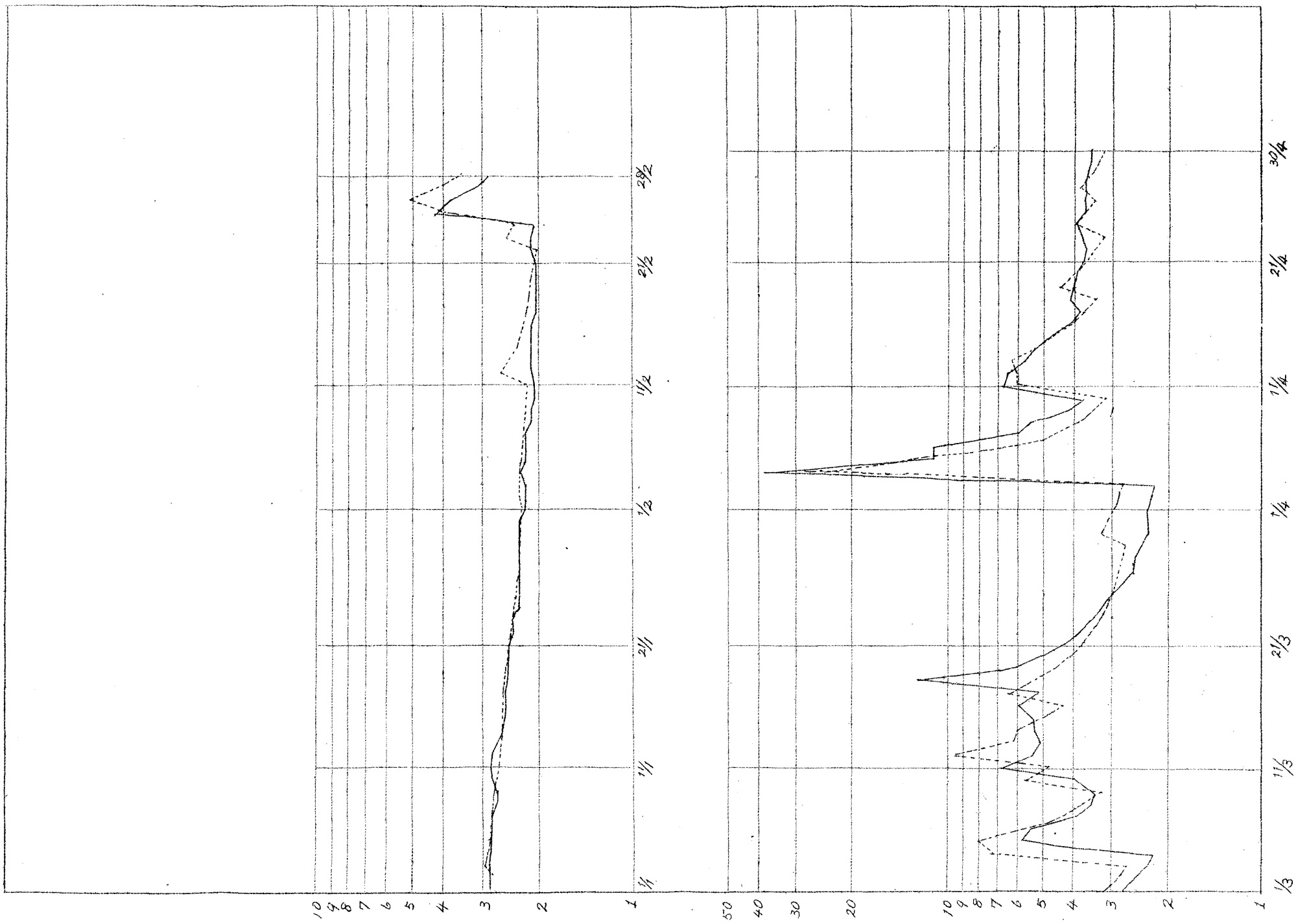
図一七はこれを示すもので、十津川の流量は流域面積比例で、古座川真砂の流域面積に換算してある。一応、大過ないと見てもよいであろう。

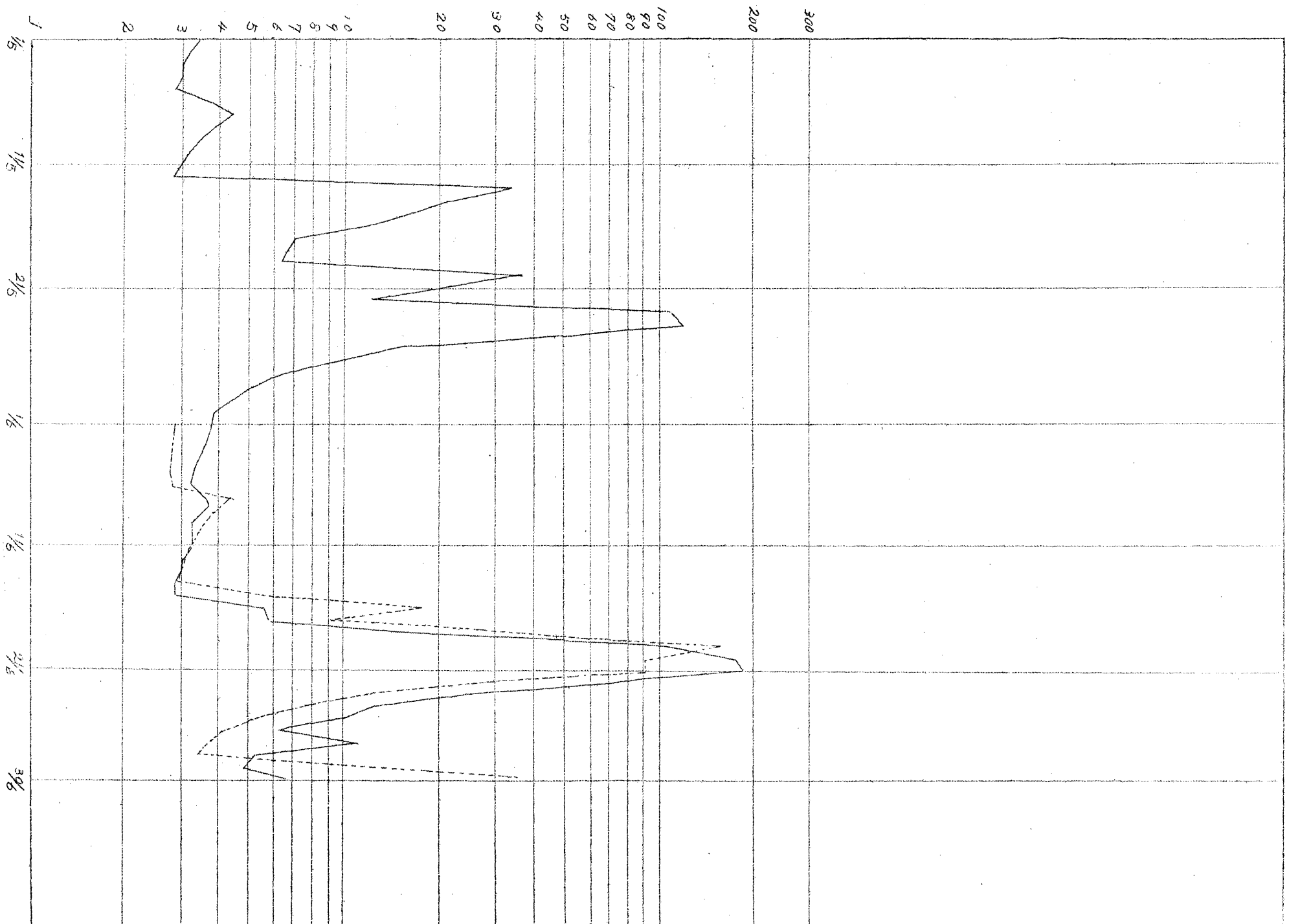
☒—7

——
- - -

十津川風屋川測水所 月平均流量实测 (104 km² 换算)
古座川真砂測水所 月平均流量推定







☒ - 2 - 2

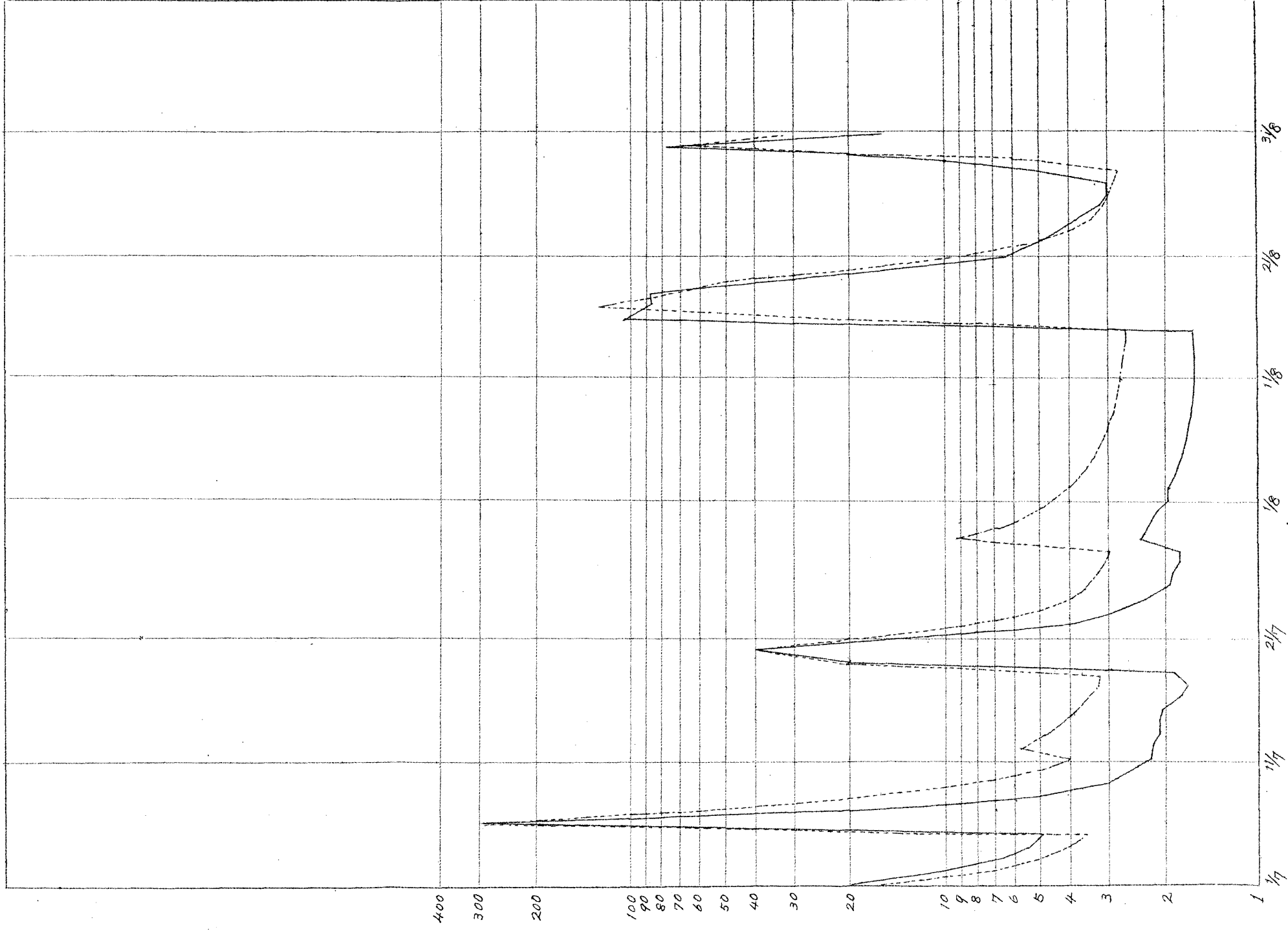
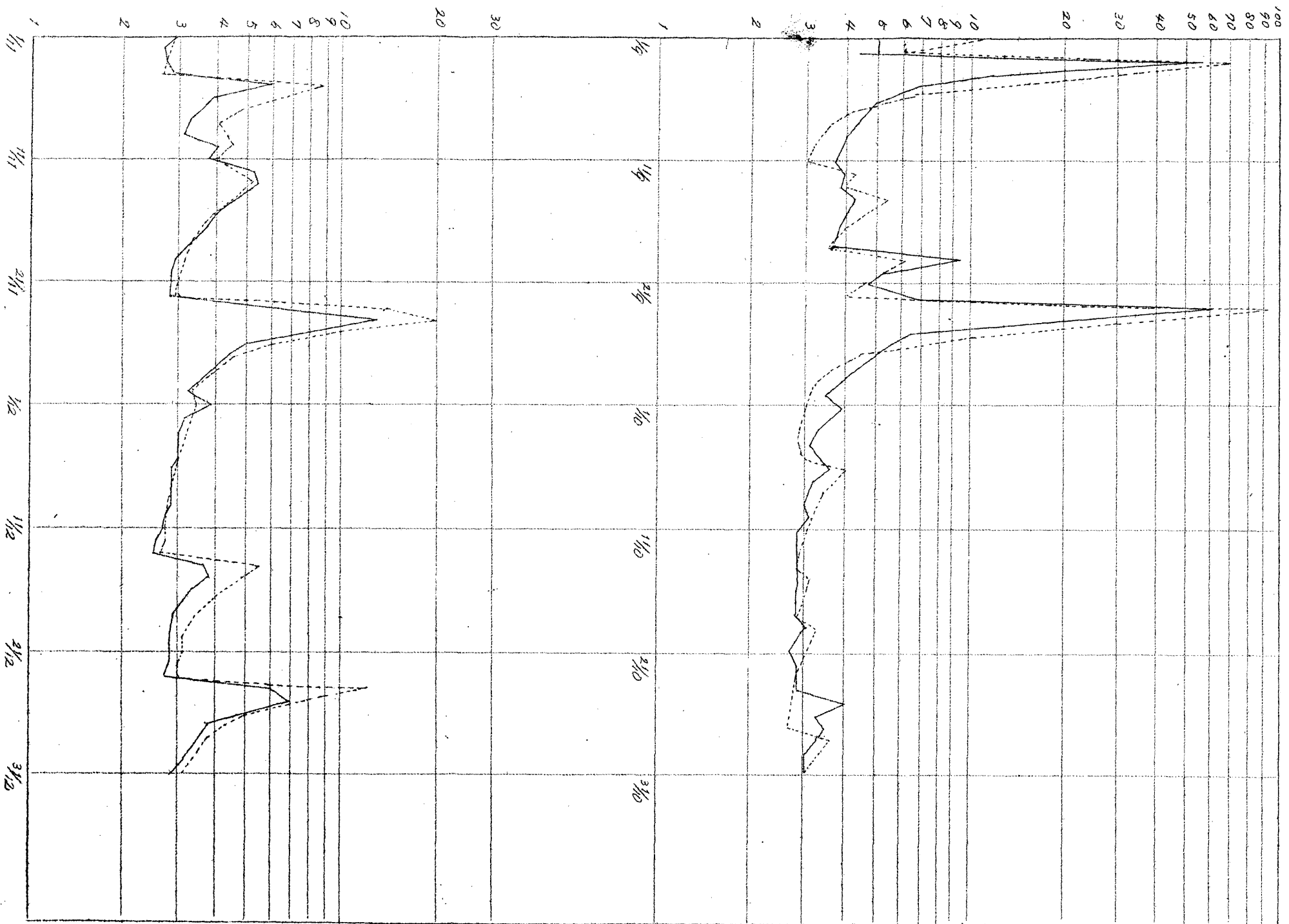


图-2-3



☒--2--4

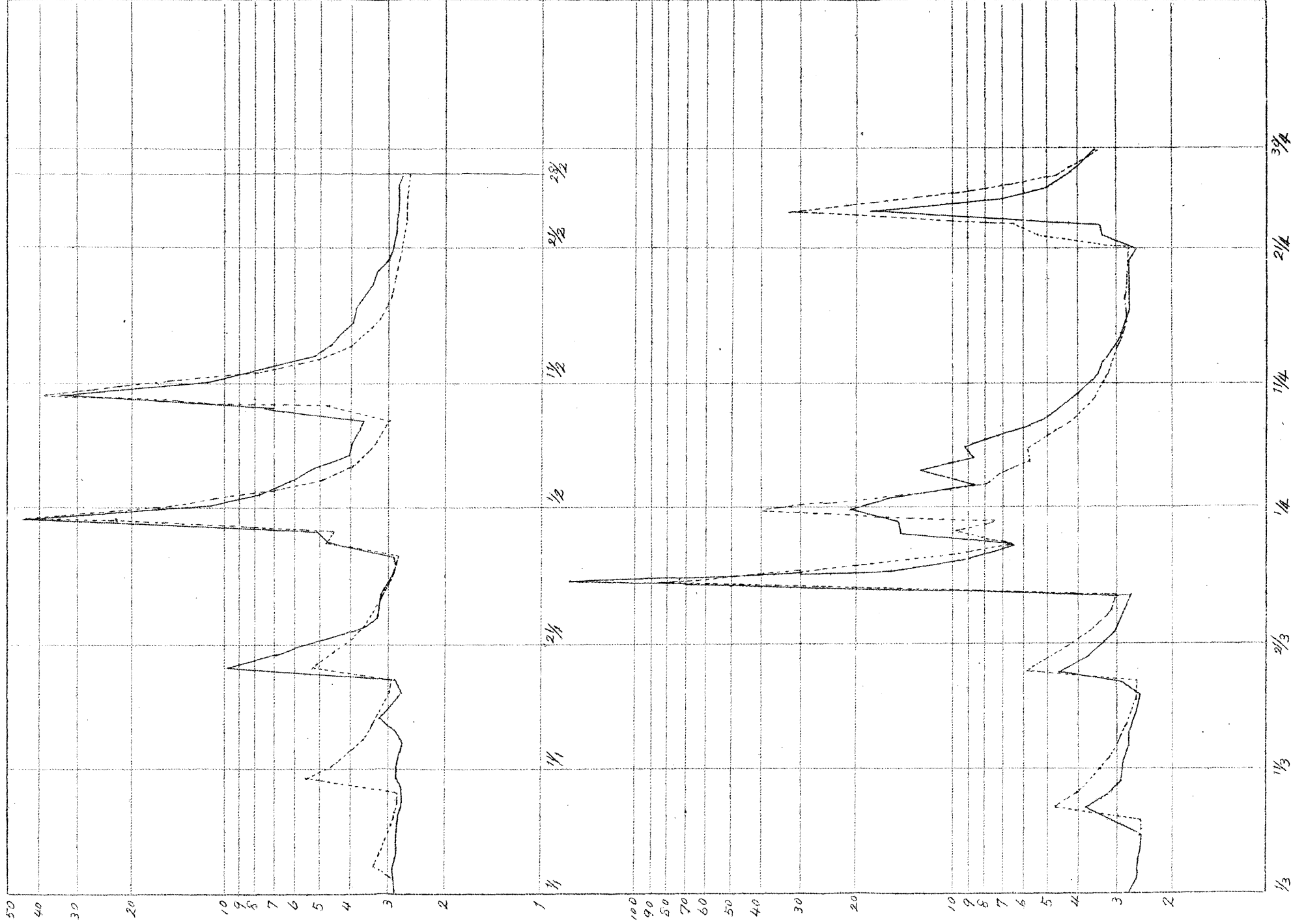
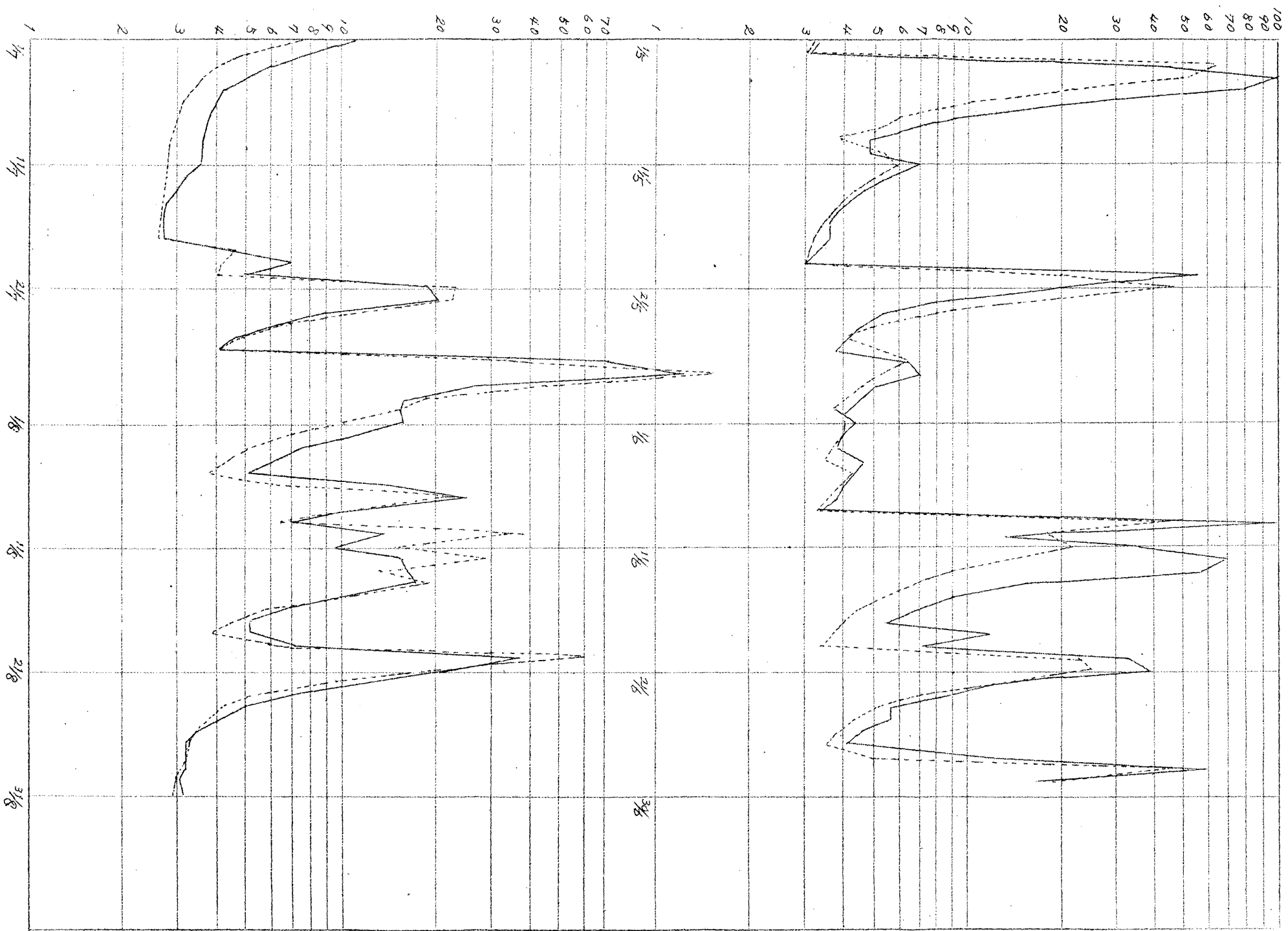
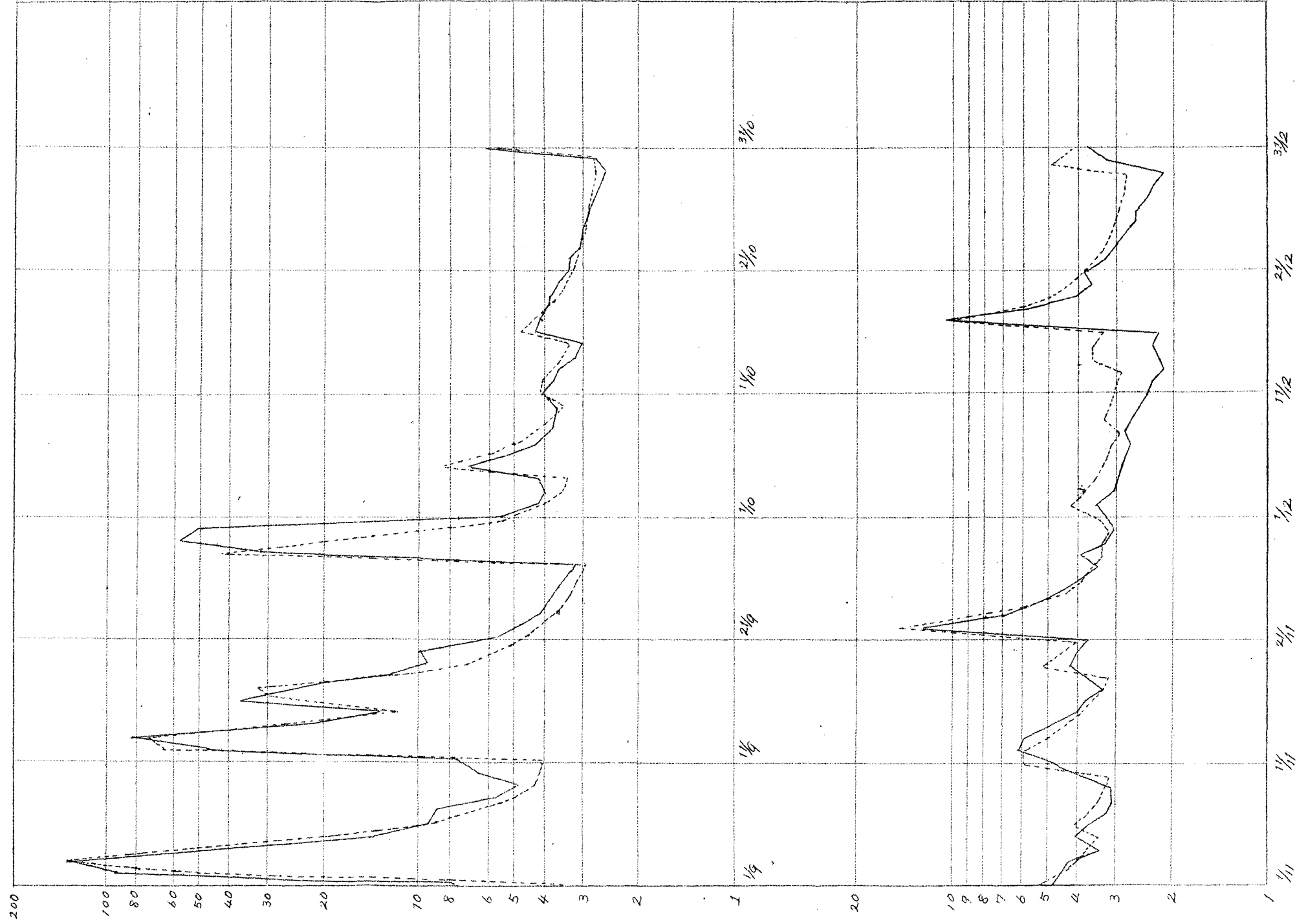


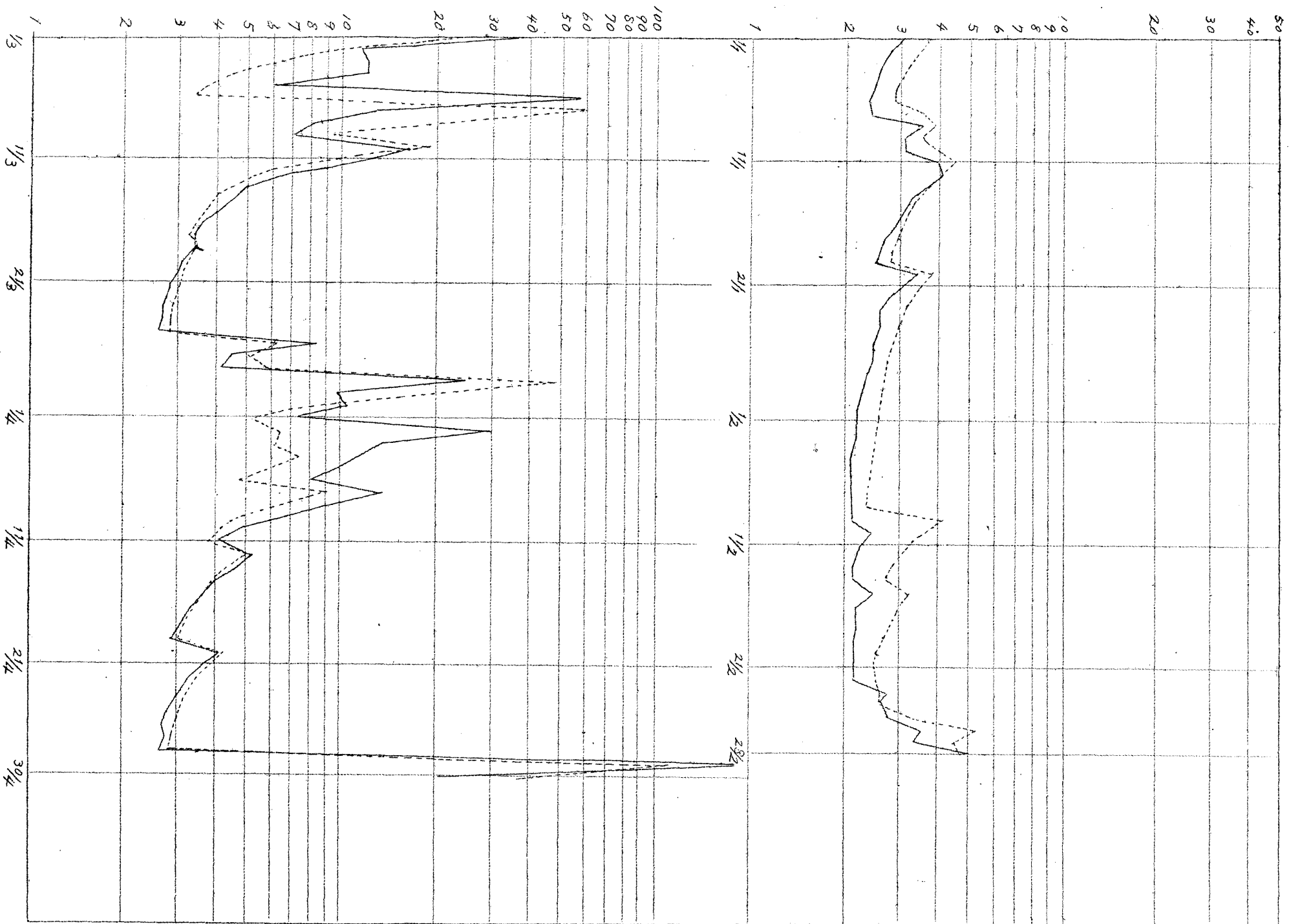
图-2-5



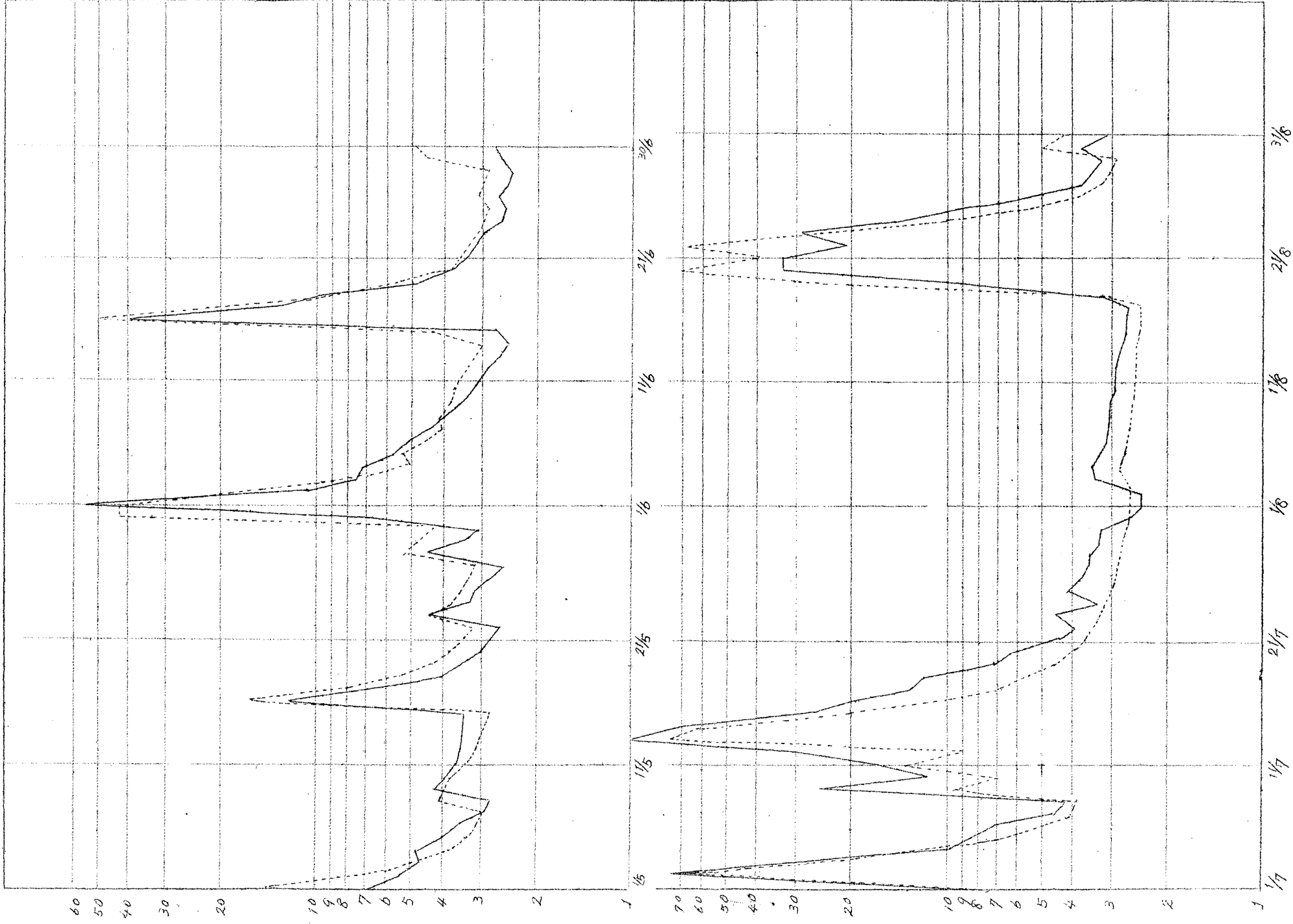
☒-2-6



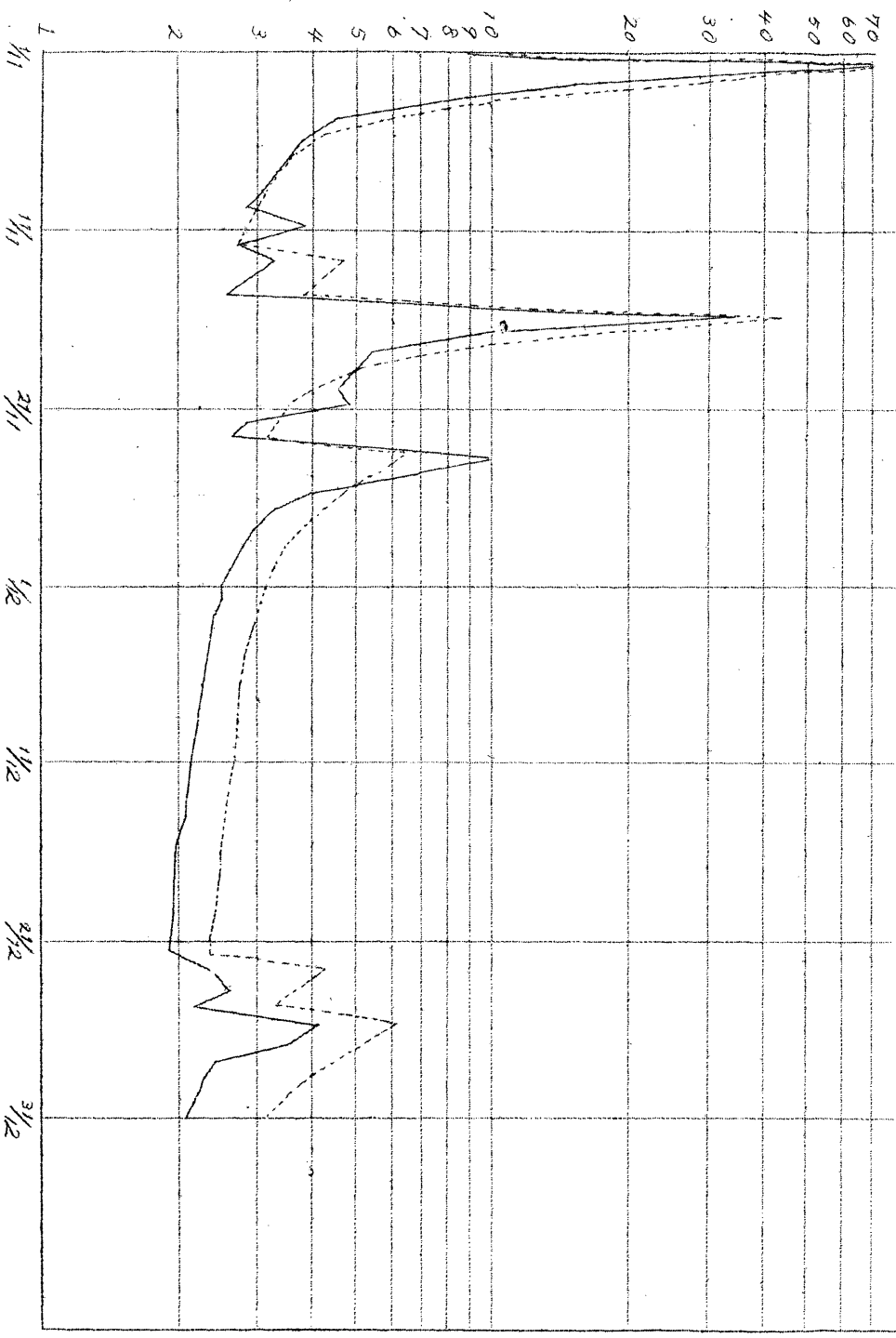
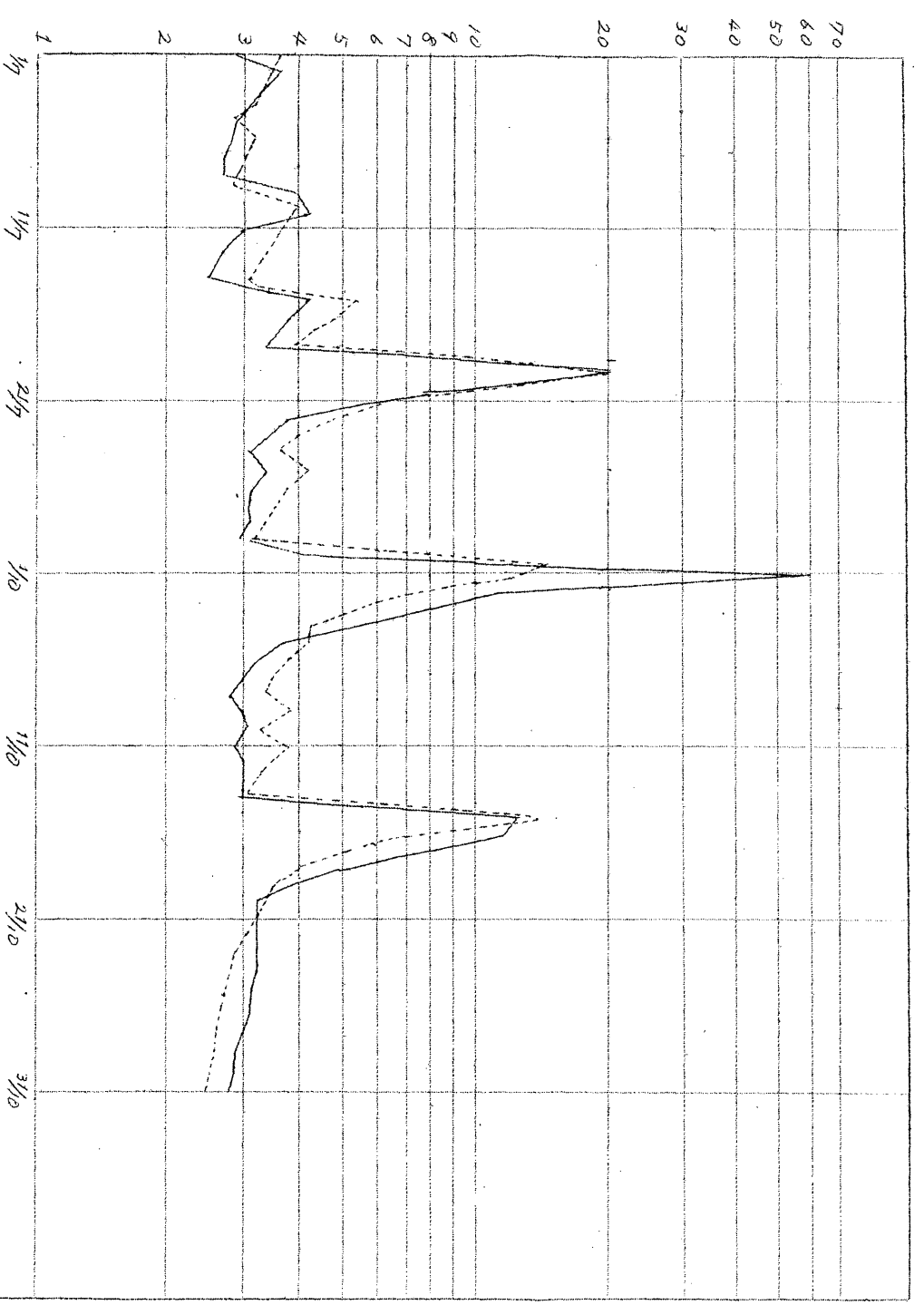
☒-2-7



☒ -2-8



☒ - 2 - 9



☒ - 2 - 10