鷲尾岳地すべり地における地下水の浸透機構に関する研究（?）

著者	岸本 良次郎
雑誌名	防災科学技術総合研究報告
号	32
ページ	87-130
発行年	1974-03-30
URL	http://id.nii.ac.jp/1625/00002689/

防災科学技術総合研究報告　第32号　1974年3月

551.491:551.243(522.2)

鷲尾岳地すべり地における地下水の浸透機構に関する研究（II）

岸本良次郎

農林省農業土木試験場造構部

Seepage of Groundwater at Washiodake Landslide Area (II)

By

Ryojiro Kishimoto

National Research Institute of Agricultural Engineering, Hiratsuka

Abstract

The author participated in the subject given above as a part of the coordinative study. Details of the devices, which were developed by the author and used in this study for the measurement of groundwater level, and a part of the measured daily changes of the level and the patterns of the fissures found at the site were formerly reported. The present report covers the changes of groundwater level measured thereafter and the results of water injection tests made with the above-mentioned devices. Some interim discussion is made on the fluctuation behavior of the groundwater at the site on the basis of the observations. The discussion will be concluded in the author's final report.

目　次

1．緒　　言 …… 87
2．地下水位の長期変動観測と注水試験の方法と結果 …… 88
　2.1　観測施設の概要 …… 88
　2.2　長期変動観測結果 …… 88
　2.3　注水試験 …… 89
3．地下水位の長期変動観測と注水試験の結果の考察 …… 89
　3.1　概　　説 …… 89
　3.2　当地区の水理地質の概況 …… 89
　3.3　ストレーナ部が設置された位置 …… 89
　3.4　ストレーナ部の位置と長期変動観測結果 …… 128
　3.5　地下水位の実際の変動 …… 129
　3.6　ストレーナ部の位置と注水試験結果 …… 129
　3.7　ま と め …… 129

1．緒　　言

北松型地すべりの発生機構および予知に関する総合研究の一環として当場が行なったのは表題のテーマであり，おもに次のようなことを行なった．

① 鷲尾岳地区に堀られたボーリング7孔の中に合計18個の測管型の間隙水圧計を埋設した．この施設の信頼性の高い構造・埋設法・測定法の開発も重要な問題であった．

② 地下水の動態を明らかにするために，この施設を用いて地下水位・水圧の日変動の長期観測

を行なった．

③　地盤の透水性などを明らかにするために，この施設を用いて注水試験を行なった．

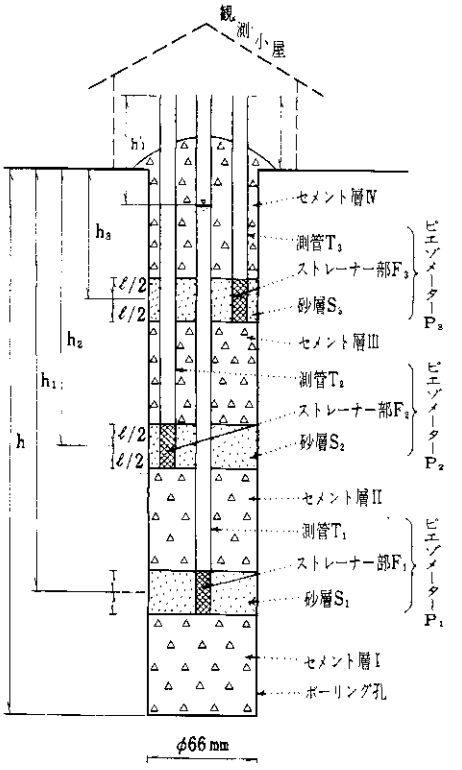
④　透水層の状況を知るために簡易弾性波探査と亀裂の踏査を行なった．

なお，①・②・③は岸本が当場菅野勇新技官の協力のもとに分担し，④は当場大平が分担した．

前回の報告* においては，①のピエゾメータに関して詳報，②のうちの昭和43年10月～44年5月の観測データを示して予備的考察を行ない，④の中間的報告を行なった．

今回の報告においては，②の観測データのうち，昭和44年5月～47年4月のデータを示して第二次の予備的考察を行なう．また，③に関しても観測データを示して簡単な考察を行なう．なお，最終的な解析結果は次回に報告する予定である．

この研究には総合研究に参加した多くの機関，ことに防災センターの歴代の担当官のかたがたの御援助を得た．また，データに付記した雨量のデータは気象研究所三寺光雄技官および防災センターから御提供いただいたものである．深謝する次第である．



図－1　施設の構造

2．地下水位の長期変動観測と注水試験の方法と結果

2.1　観測施設の概要

ピエゾメータの構造・埋設法・測定法などは，すでに前回に報告したので，今回は要旨を概説するだけとする．

各ボーリング孔内に，測管型のピエゾメータを1～4段に埋設し，そのおのおのを測点とした（表－2），各孔・各測点の構造を3段の場合で例示する（図－1）．

各ピエゾメータの測管には，水位を測定すべき深さh_1，h_2，h_3にだけストレーナ孔F_1，F_2，F_3が空けてあり，その周辺には砂層S_1・S_2・S_3が作ってある．他の深さではセメント層Ⅰ～Ⅳでボーリング孔内は水密充填してある．

深さh_1，h_2，h_3における地下水は，砂層とストレーナを通って測管内へはいり，各深さにおける地下水の持つヘッドに相当する高さH_1などまで達する．H_1などの深さ$h_1'-a$などを測定すれば地下水位である．

測定には電気水位計を用いる（1極をアースし，他の1極を測管内に吊り下げて検出用の極とした）．

2.2　長期変動観測結果

各測点の水位は原則として1回／日の観測をした（現在も継続している）．観測結果を水位変動グラフにして図－2.1～図－7.6に示すが，図には日降雨を併記** する．測定結果の中には，実際の地下水面ではなくにせの地下水面を測定したと思われるものがあった（3.3，3.4参照）ので，それはグラフにはしていない．

2.3　注水試験

(1)　試験方法

*岸本良次郎・大平成人：鷲尾岳地すべり地における地下水の浸透機構に関する研究，防災科学技術総合研究報告書No.22，pp151～158（1970.2）

**降雪は記入されていない（例．昭和46年3月頃の水位変動は大雪によるものであろう）

測管上端から管内に急速に清水を注入して，管上端まで満水する．満水したときを測定開始とし，以後この管内水が漸次低下して旧態に復するまで，水位－時間関係を測定する．

各測点の試験年月日は次のとおりである．

Ｄ６ｂ孔のNo.１～３，Ｄ10ｂ孔のNo.１～３

――昭和44年9月３～６日

Ｄ３ｂ孔のNo.１，Ｄ４ｂ孔のNo.１～４，Ｄ５ｂ孔のNo.１～３，Ｄ11ｂ孔のNo.１～３

――昭和44年11月６～９日

Ｄ７ｂ孔――昭和45年２月.26日

(2) 試験結果

各測点の注水試験結果を図－８～図－21に示す．

Ｄ３ｂ-1，Ｄ４ｂ-３，Ｄ10ｂ-1の３点は，減水が急速すぎて満水することができず，注水試験結果は得られていない．

Ｄ４ｂ-２，Ｄ10ｂ-２は減水が非常に緩慢で，現在も減水途中である．なお，Ｄ４ｂ-２は47年７月梅雨前線豪雨以後やや急速に減水するようになった．またＤ10ｂ-２は47年６月の豪雨で一時的に減水がやや急速になった．これは地すべりによって岩に亀裂がはいったり，再び閉じたりするためであろう．前節の水位変動グラフには，減水途中の結果は書かれていない．

３．地下水位の長期変動観測と注水試験の結果の考察

3.1 概　　説

今回の諸観測結果（地下水位の変動や回復のグラフ）を定性的に分類すると次のようであった．

- 地下水位
  - 長期変動観測結果
    - ほぼ一定
      - 測管底付近で一定
      - 測管途中で一定
    - 変動する
      - 普通に変動する
      - ある値より上方は変動するが，下方はほぼ一定
  - 注水試験結果
    - 急速ないし普通に回復する
    - ほとんど回復しない

これらの観測結果は必らずしも忠実に地下水の状況を表わしてはおらず，観測施設の大きさ・形・設置位置・周辺地盤の状況などの影響を受けているものと考えられた．結果の詳細な定量的検討は次回の報告にゆずり，今回は諸結果が何を意味しているかを定性的に検討する．

3.2 当地区の水理地質の概況

当地区は硬質の砂岩を主とし，何枚かの炭層とそれに伴なう凝灰岩や粘土などを従とする互層より成る．炭層のあるものは過去に採炭されたことがあり，また地すべりは炭層と粘土を地すべり層として活動している．砂岩内には大規模の垂直の亀裂が何本も発達しており，ことに地すべり層より上方の亀裂は離れて大きく開いている．

水理地質的には，硬質の砂岩は不透水層で，炭層は水平方向の層状の透水層，亀裂は垂直方向の層状の透水層であり，この状況は空積みのレンガにたとえられよう．地下水は，この立体的な透水層網内を激しく流動していると考えられる．

3.3 ストレーナ部が設置された位置

ピエゾメータはこのような水理地質のところに設置されたわけで，ピエゾメータと透水層や地下水面との位置関係を模式化すると図－22になる．

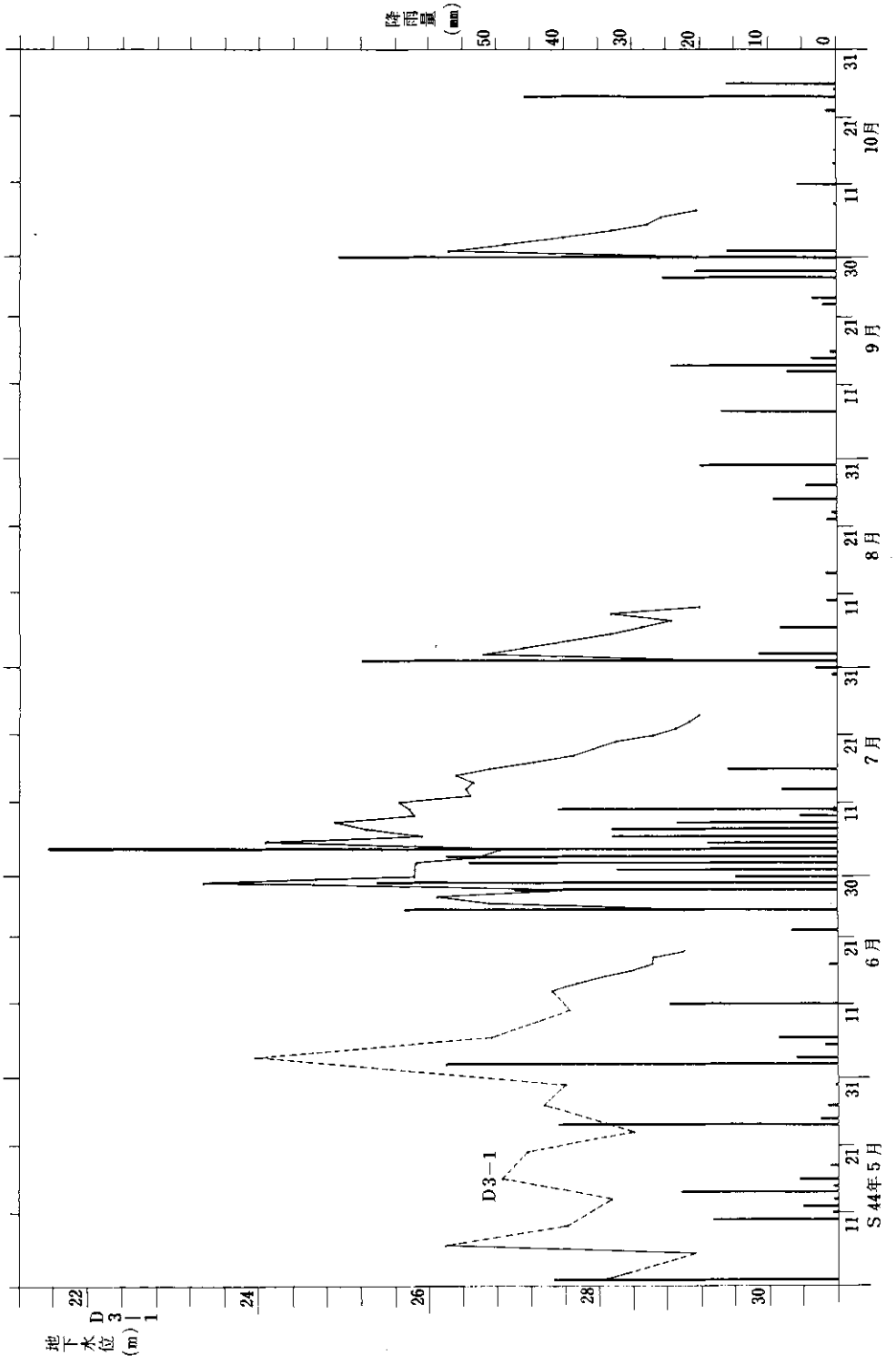
① No.１の位置：ピエゾメータのストレーナ部が垂直の亀裂内に設置されているが，地下水面は測管底より下方で昇降している場合．

② No.２の位置：ストレーナ部は亀裂内に設置されており，測管底は地下水変動帯の中間にある（最高水位と最低水位の中間にある）．

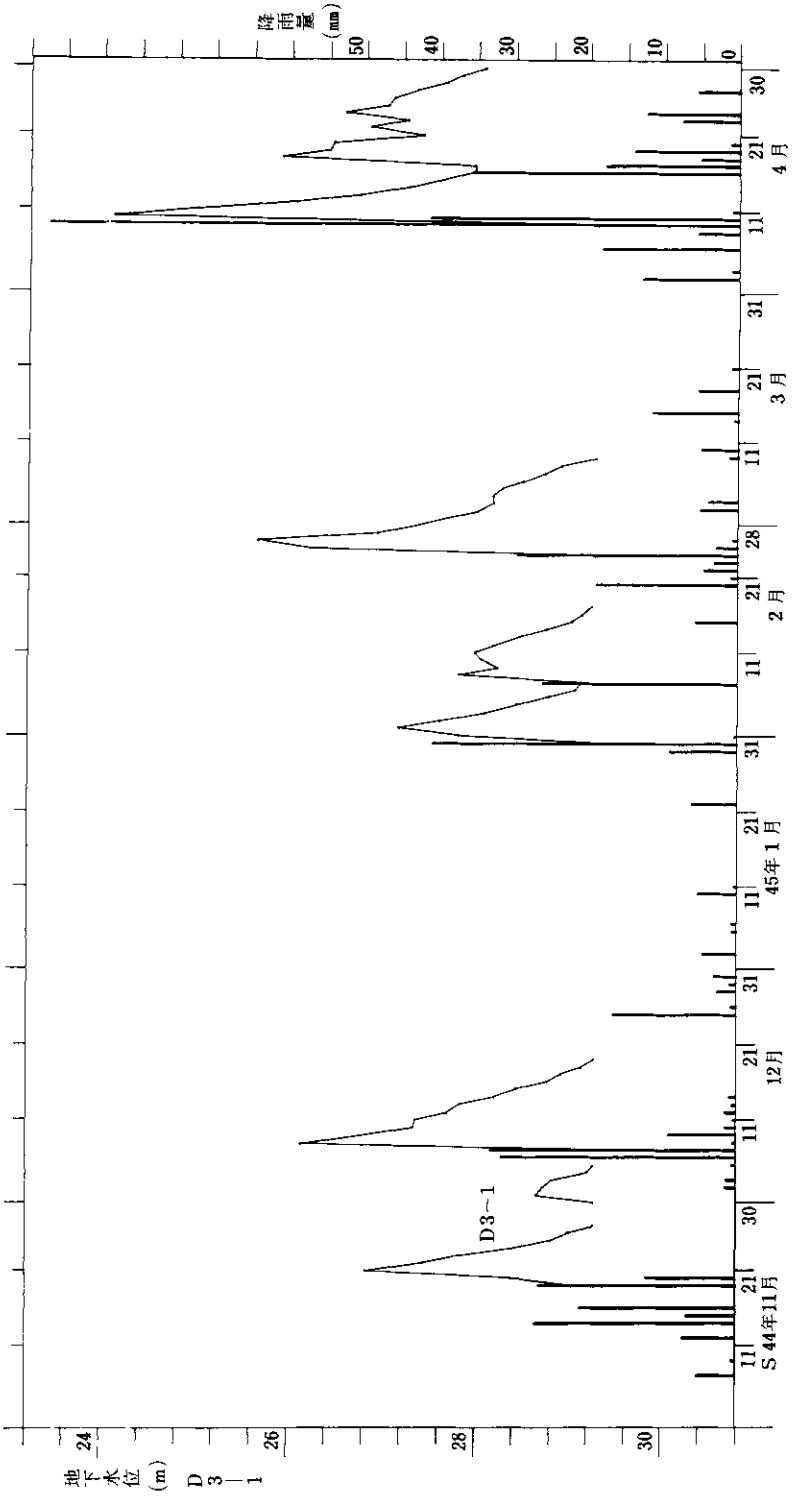
③ No.３の位置：ストレーナ部は亀烈内に設置されており，測管底は最低水位より下方にある．

④ No.４の位置：ストレーナ部が不透水性の岩内に設置されている場合．ストレーナ部周辺が施設の埋設作業や周辺土層の崩壊などで完全につまってしまった場合も含む（実際にそのようなことが生じたかは疑問であるが）．

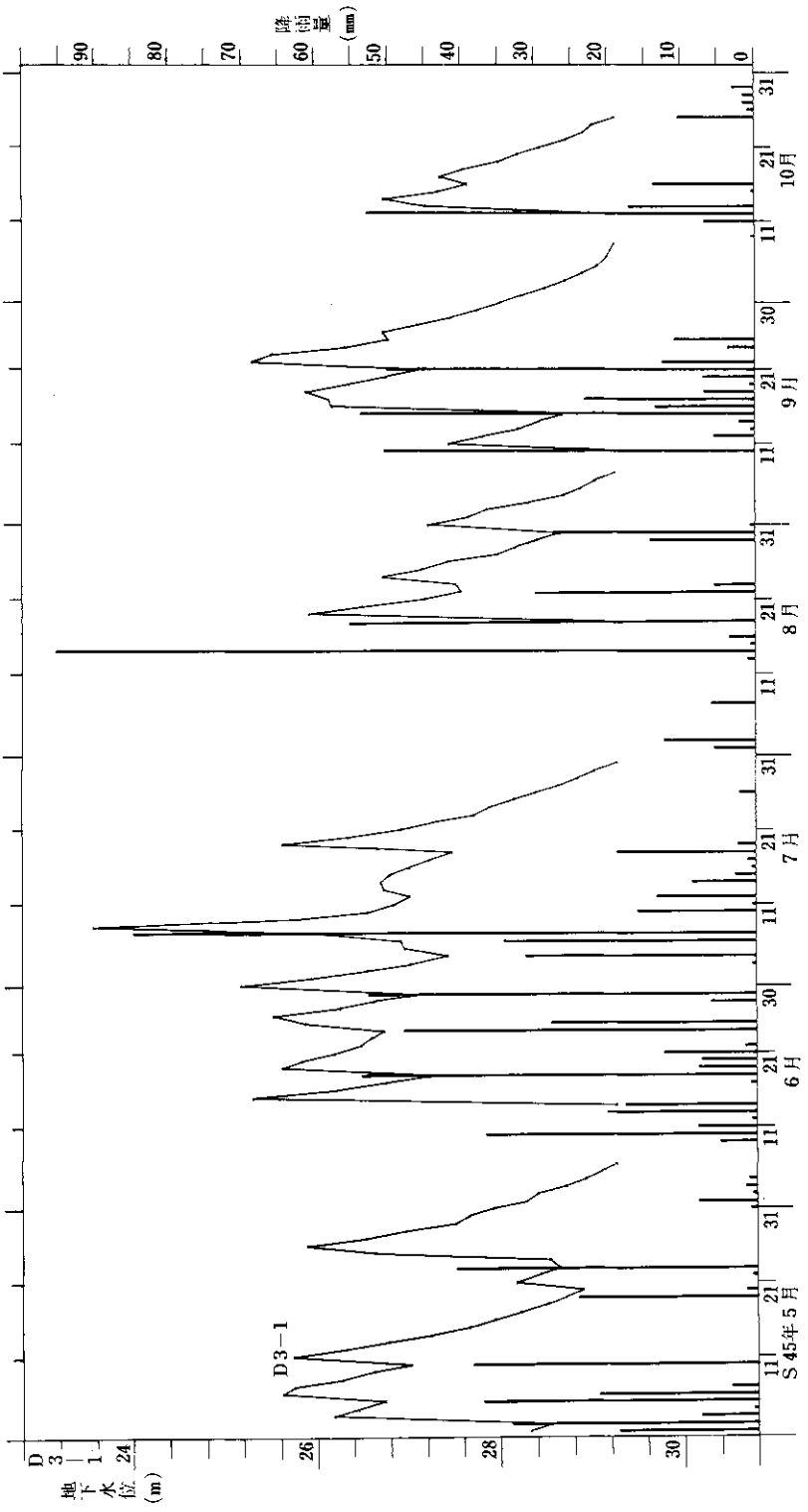
⑤ No.５の位置：上位の不透水層を測管が貫通して，ストレーナ部が水平の透水層内に設置された場合である．管底と地下水面との位置関係には，No.１，２，３と同様に３とおりの場合がある（図－22のNo.５はNo.３に相当する場合を示した）．また，透水層をおおう不透水層の底面（上部制限床）と地下水面との位置関係によっては被圧水となるが，この場合は，その水頭に相当するだけ水面が測管内を上昇してくる．



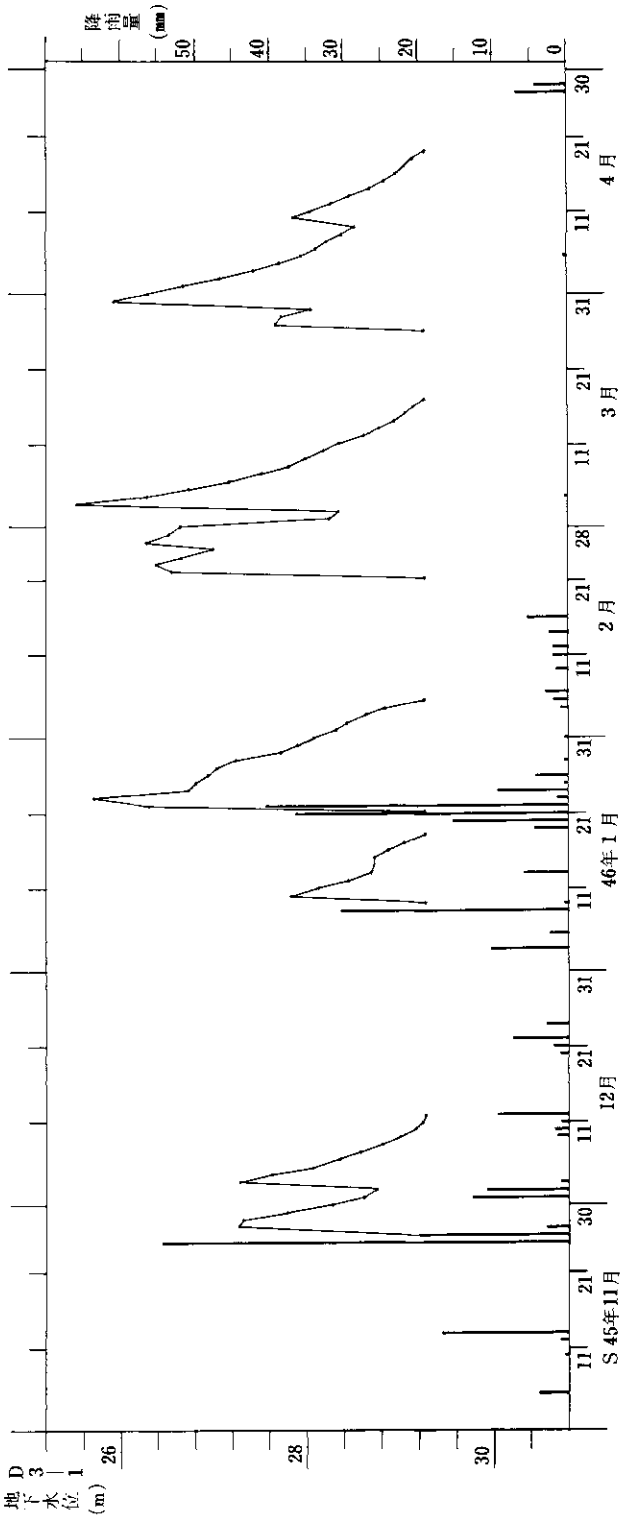
図－2.1　水位変動曲線（D3b－1）



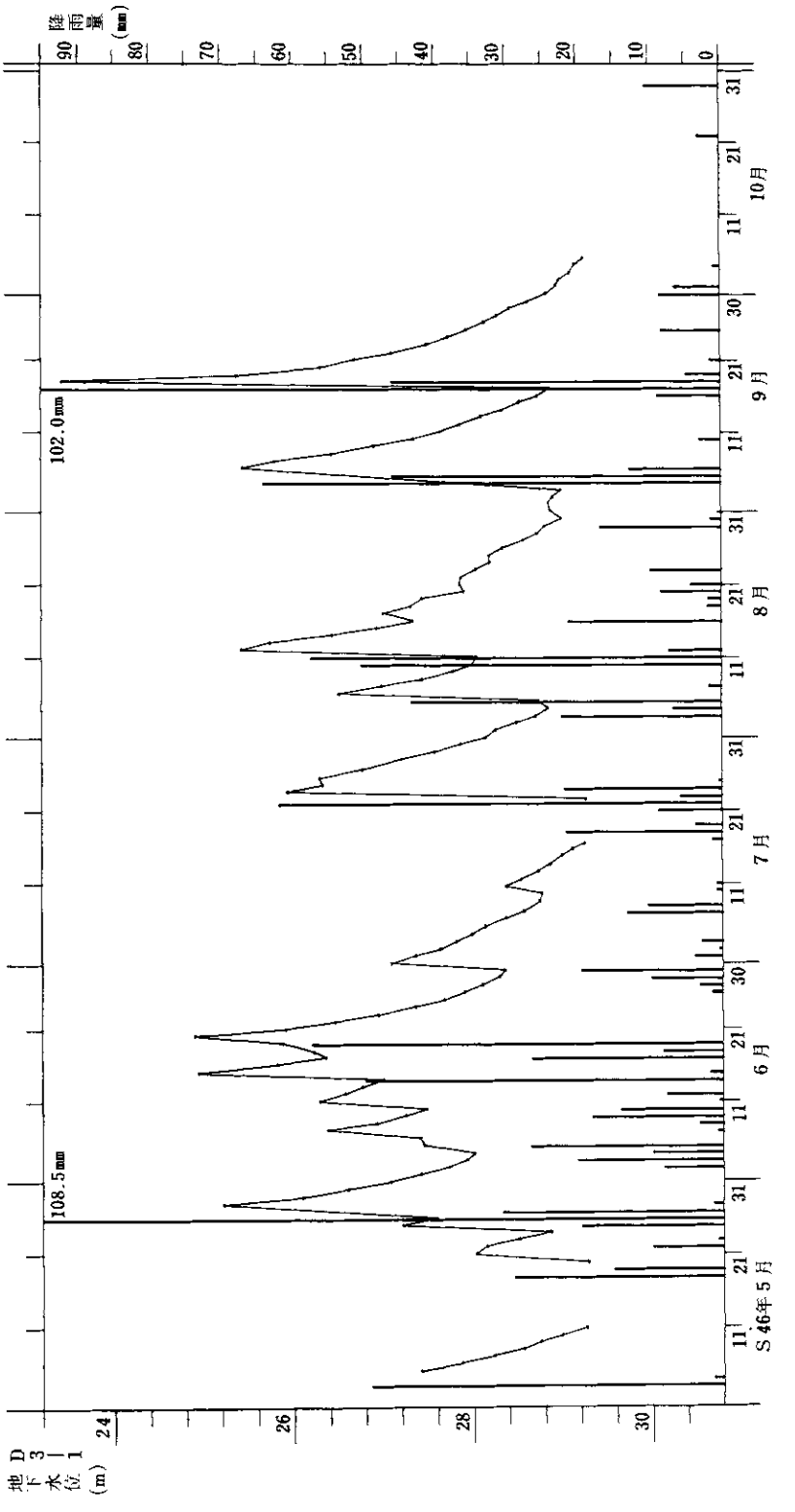
図－2.2　水位変動曲線（D3b－1）



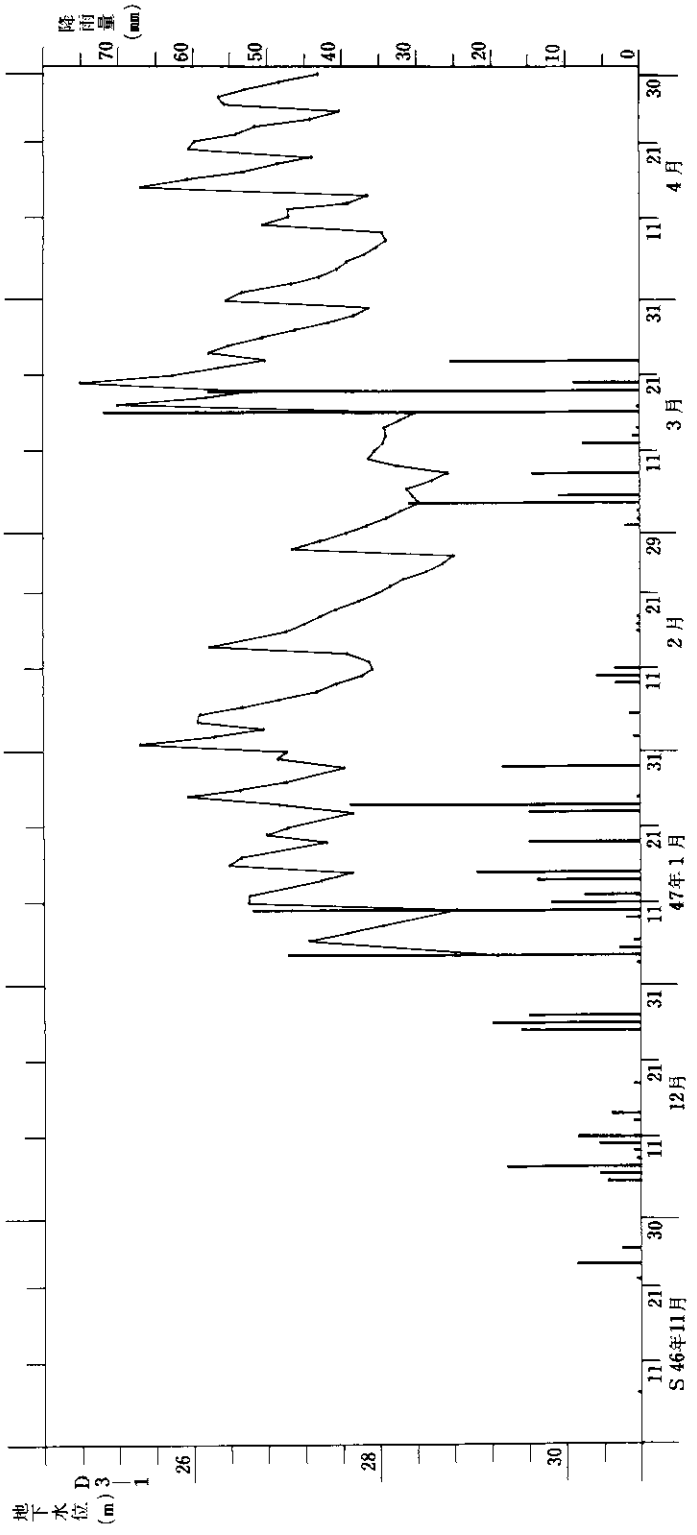
図－2.3　水位変動曲線（D3b-1）



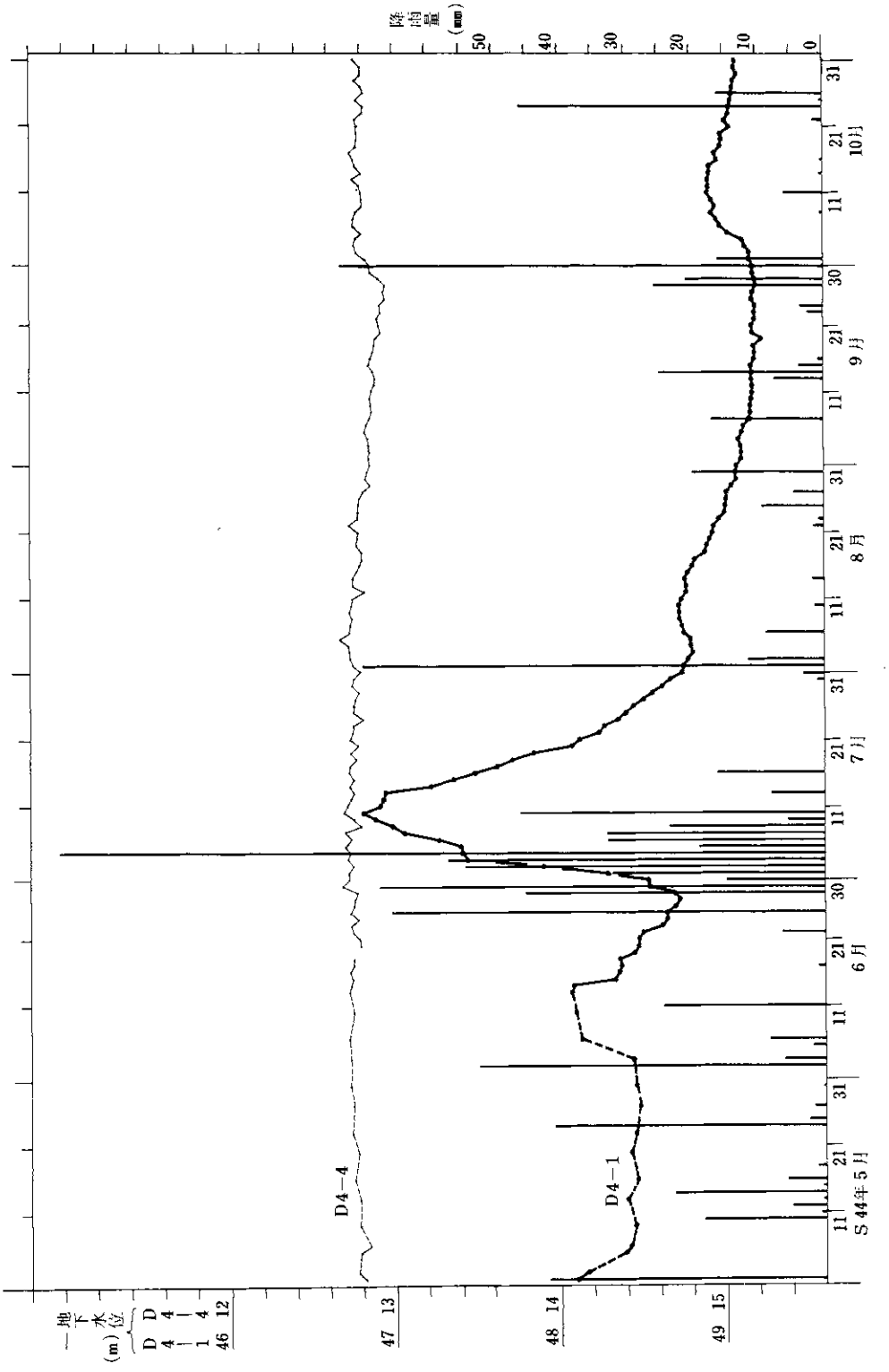
図－2.4　水位変動曲線（D3b・1）



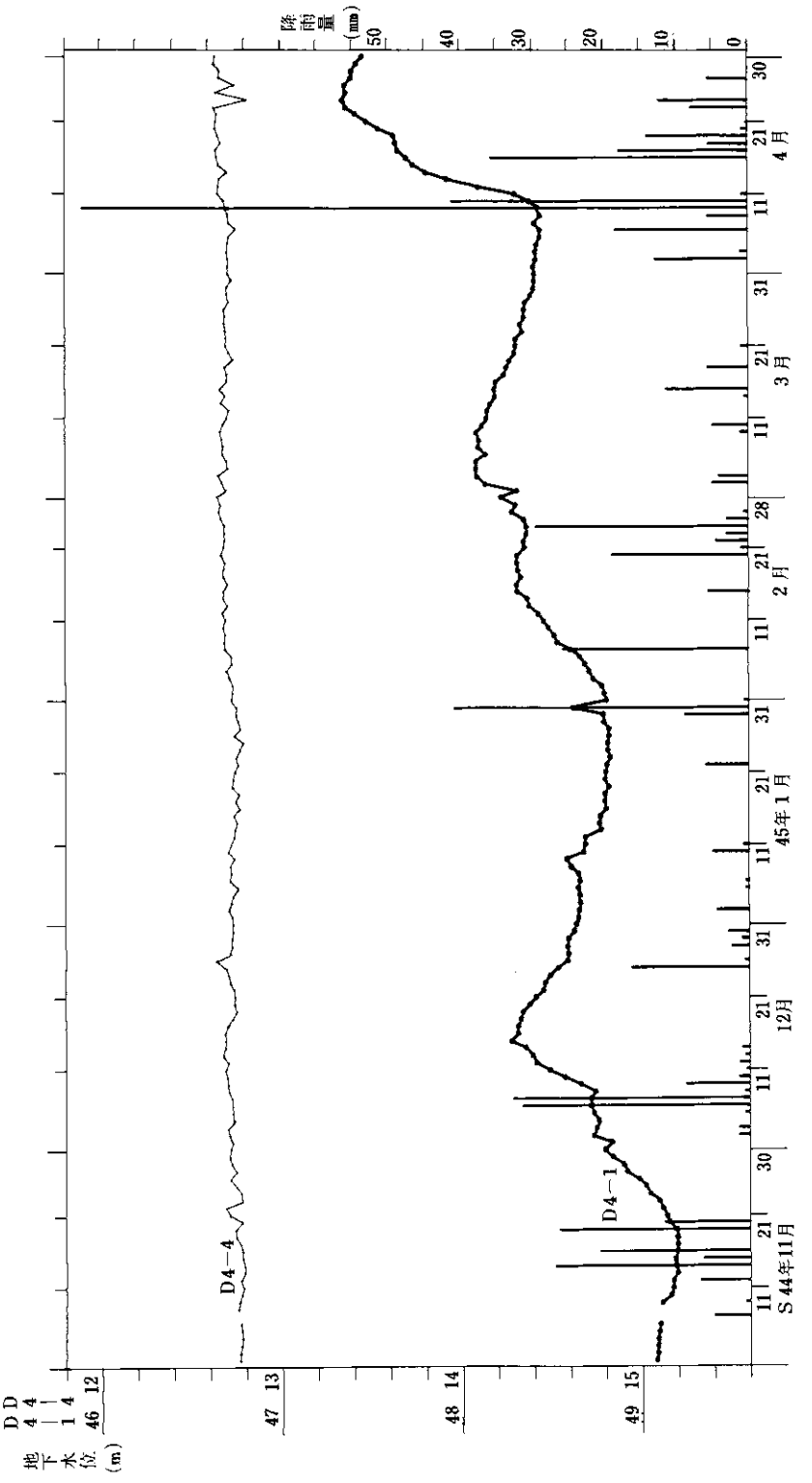
図－2.5　水位変動曲線（D３b－1）



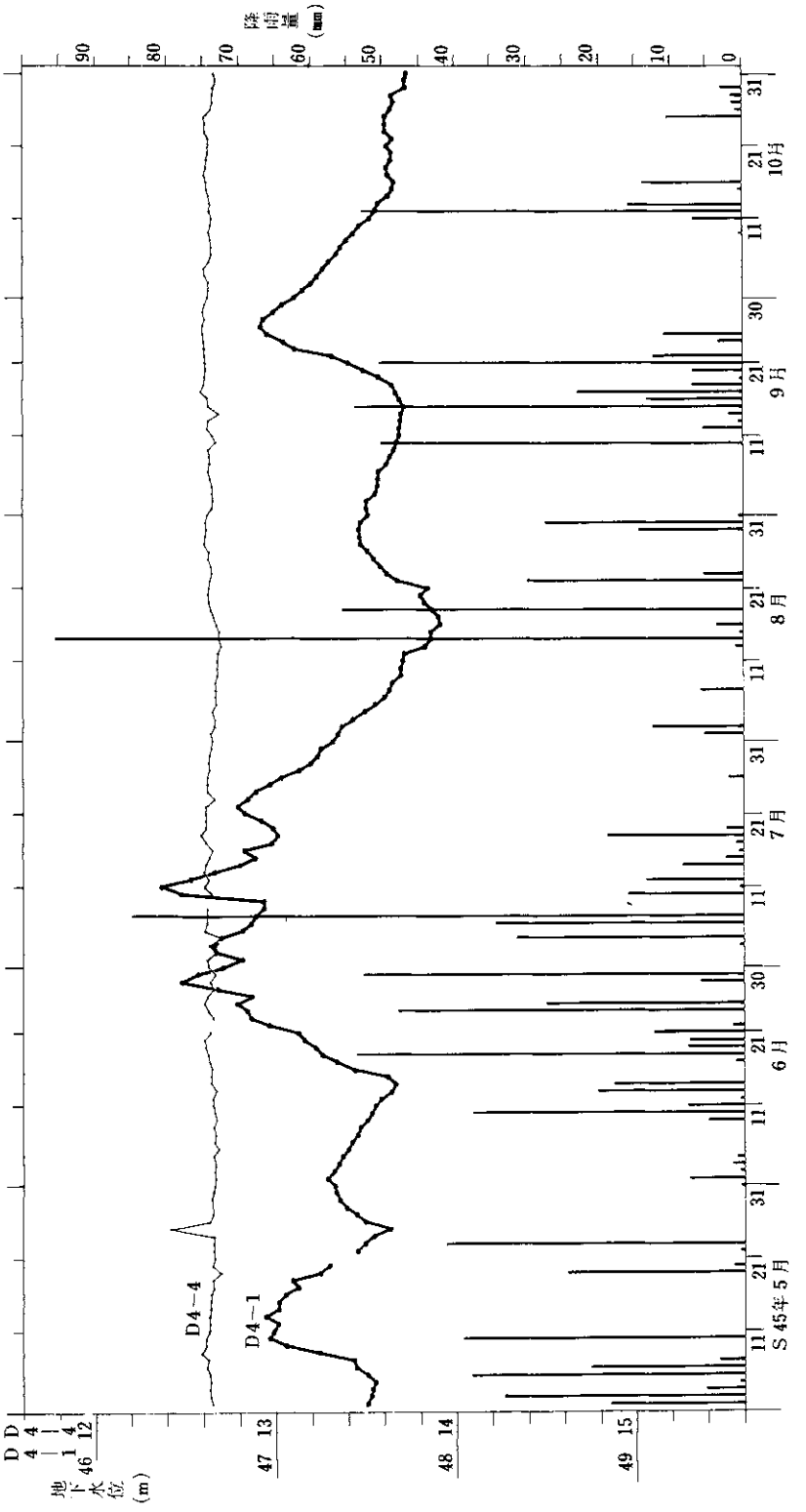
図－2.6　水位変動曲線（D 3 b・1）



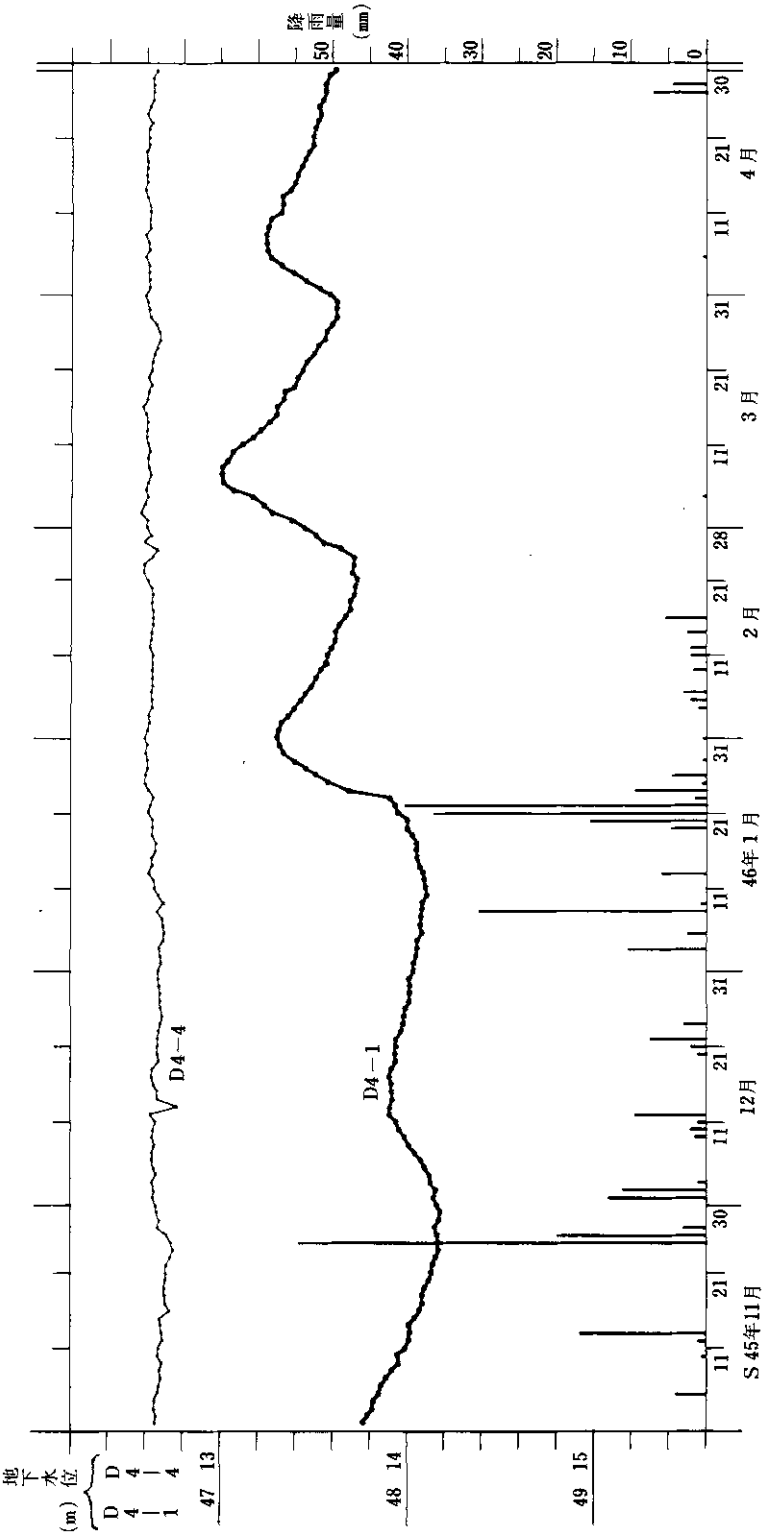
図－3.1　水位変動曲線（D4b－1,4）



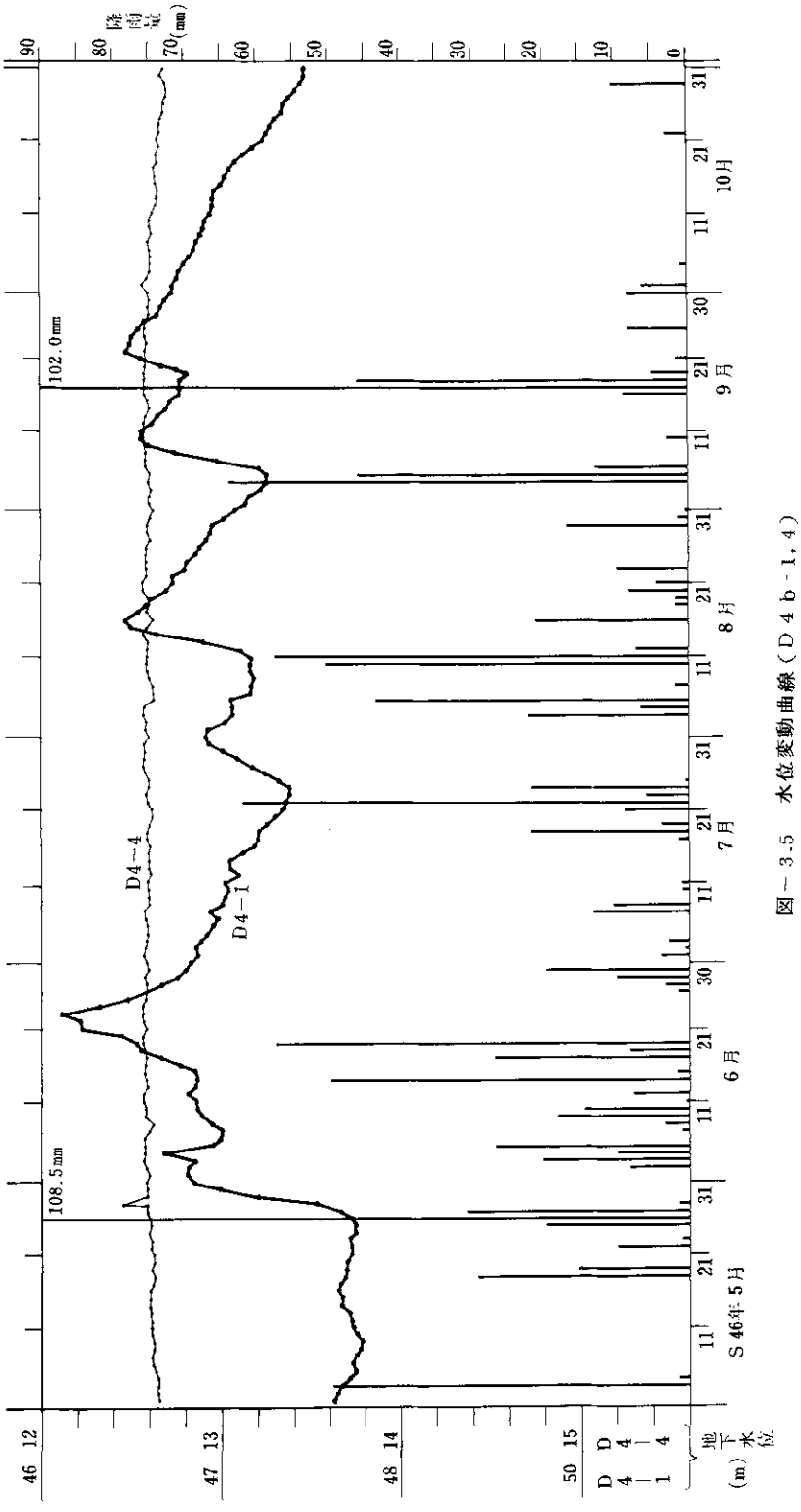
図－3.2　水位変動曲線（D4b-1,4）



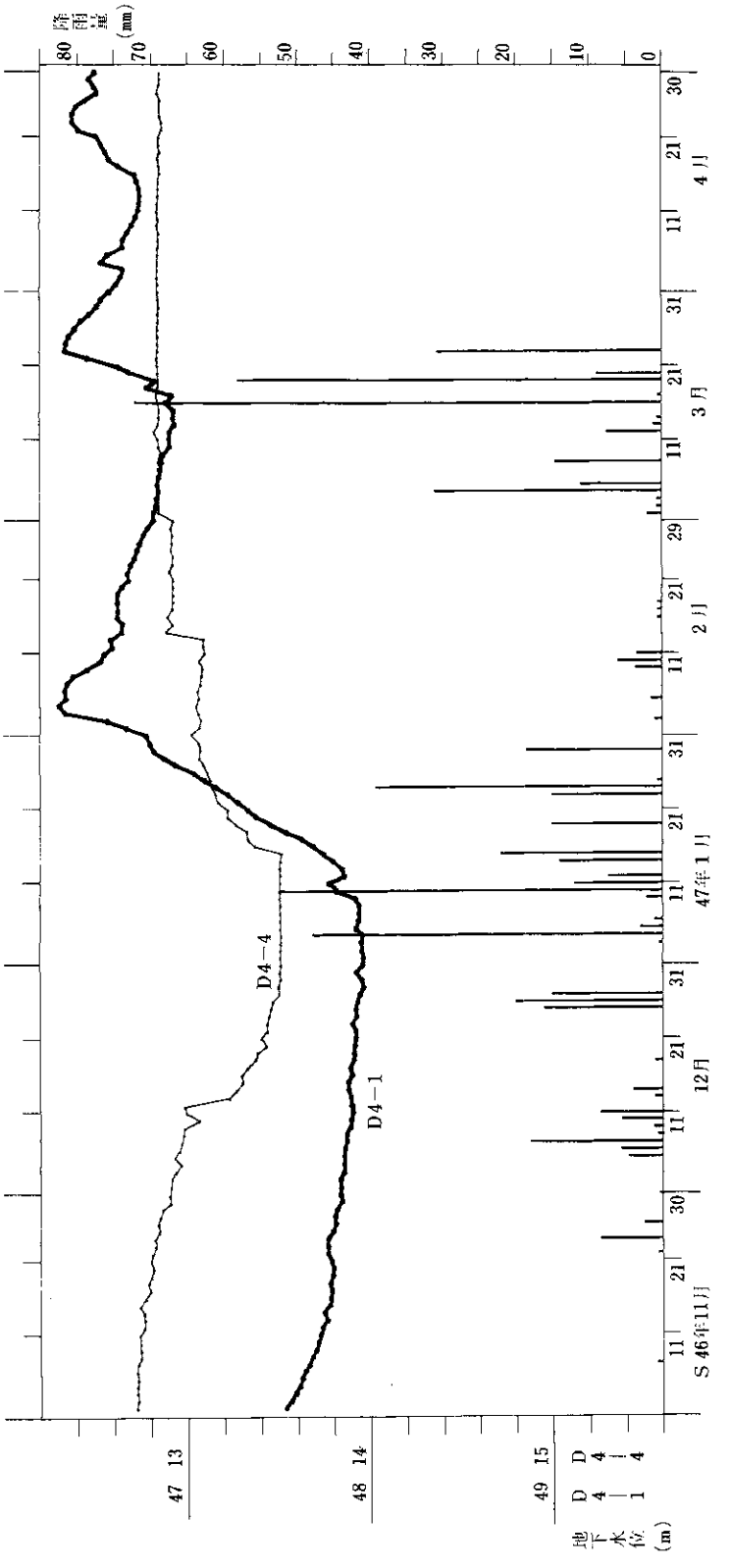
図－3.3　水位変動曲線（D4b－1,4）



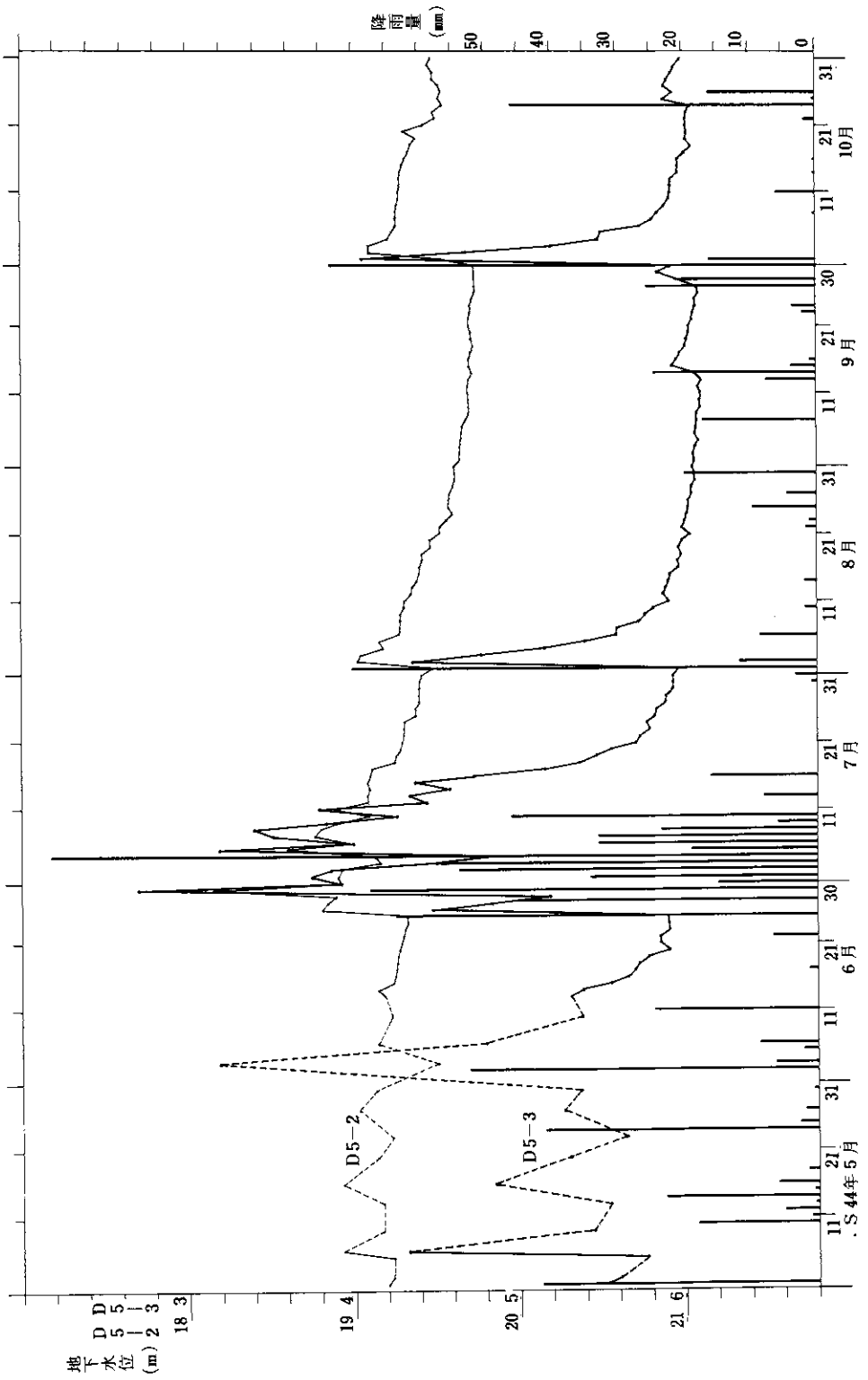
図－3.4　水位変動曲線（D4b－1, 4）



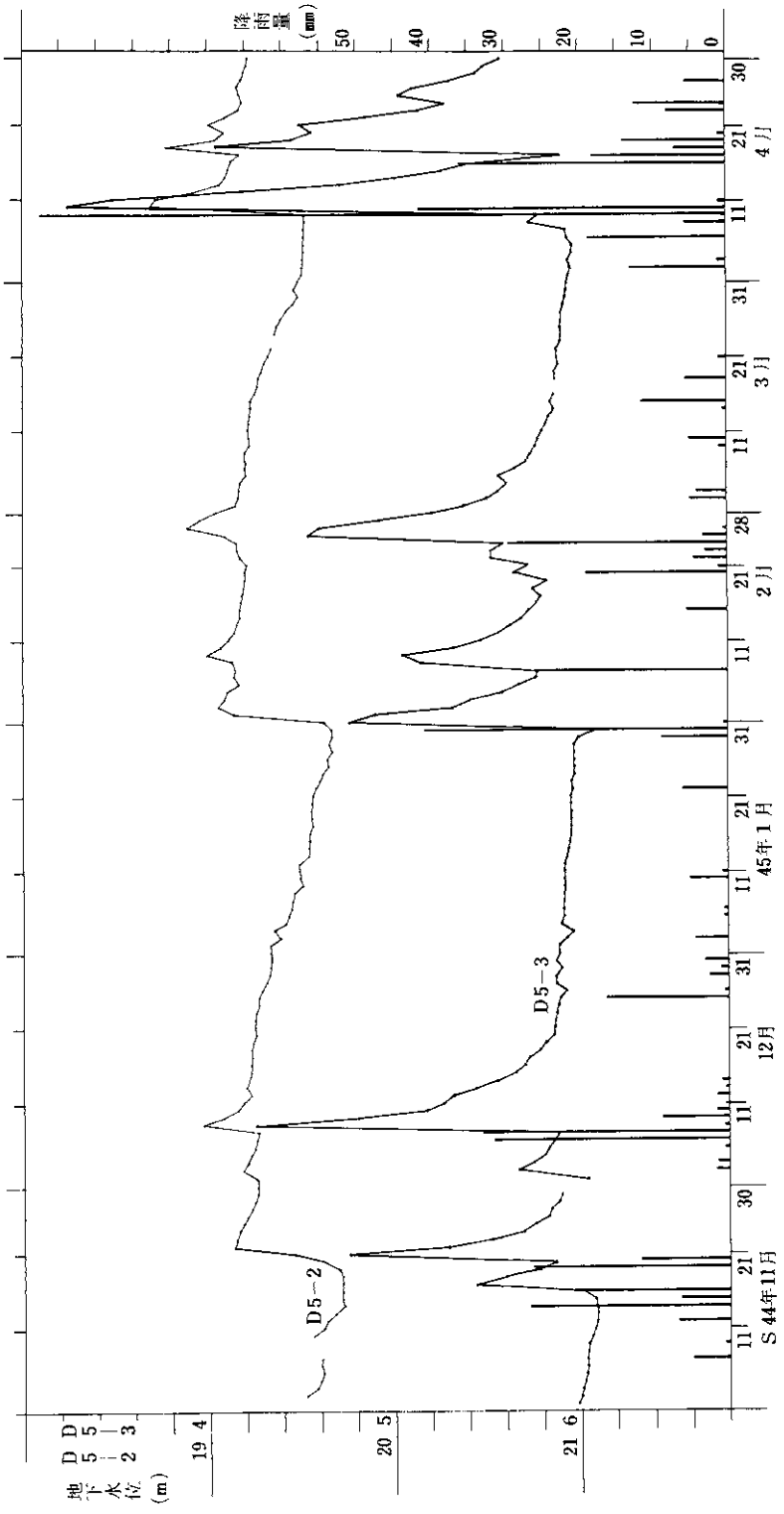
図－3.5　水位変動曲線（D4b-1,4）



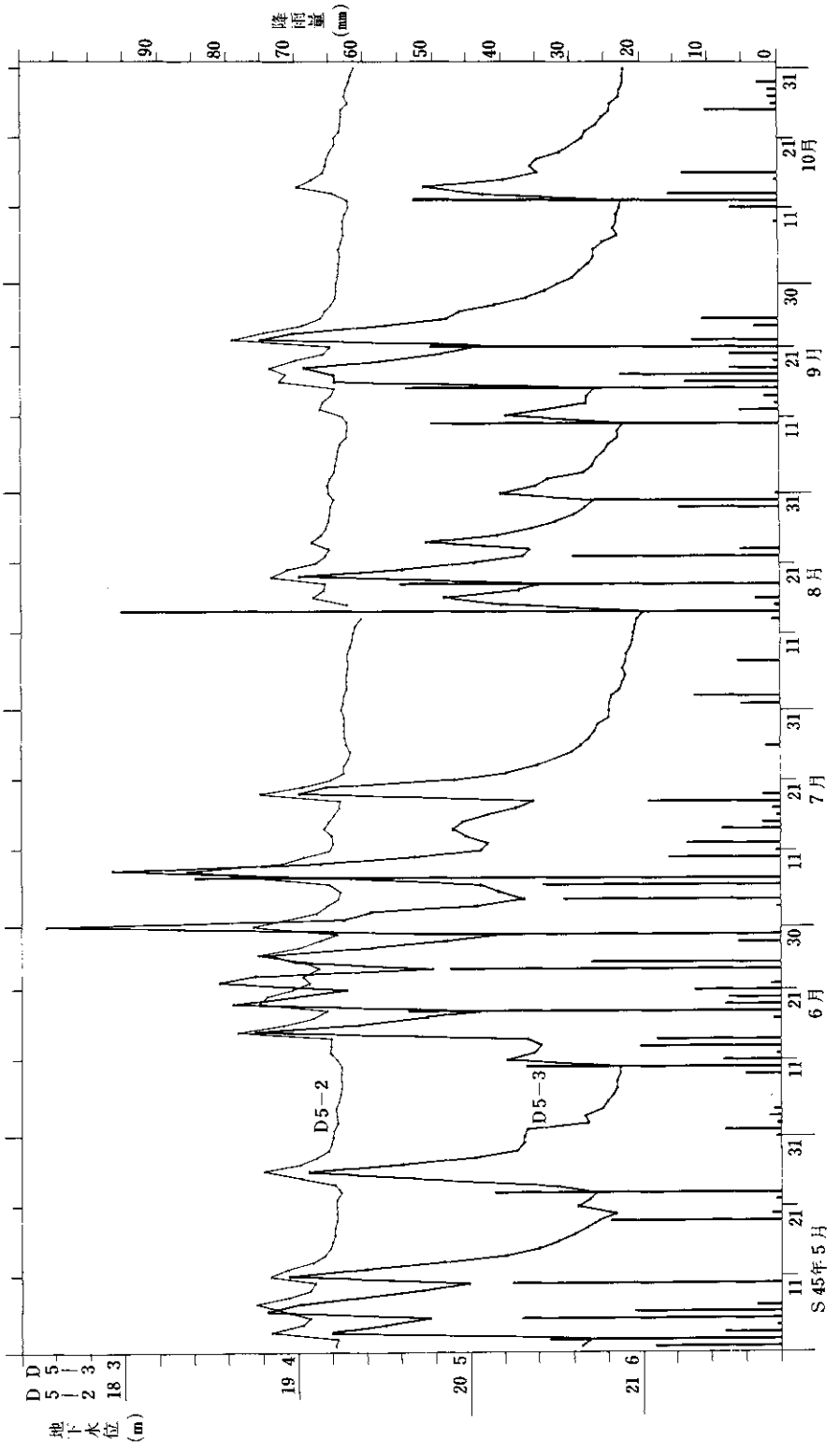
図－3.6　水位変動曲線（D4b－1,4）



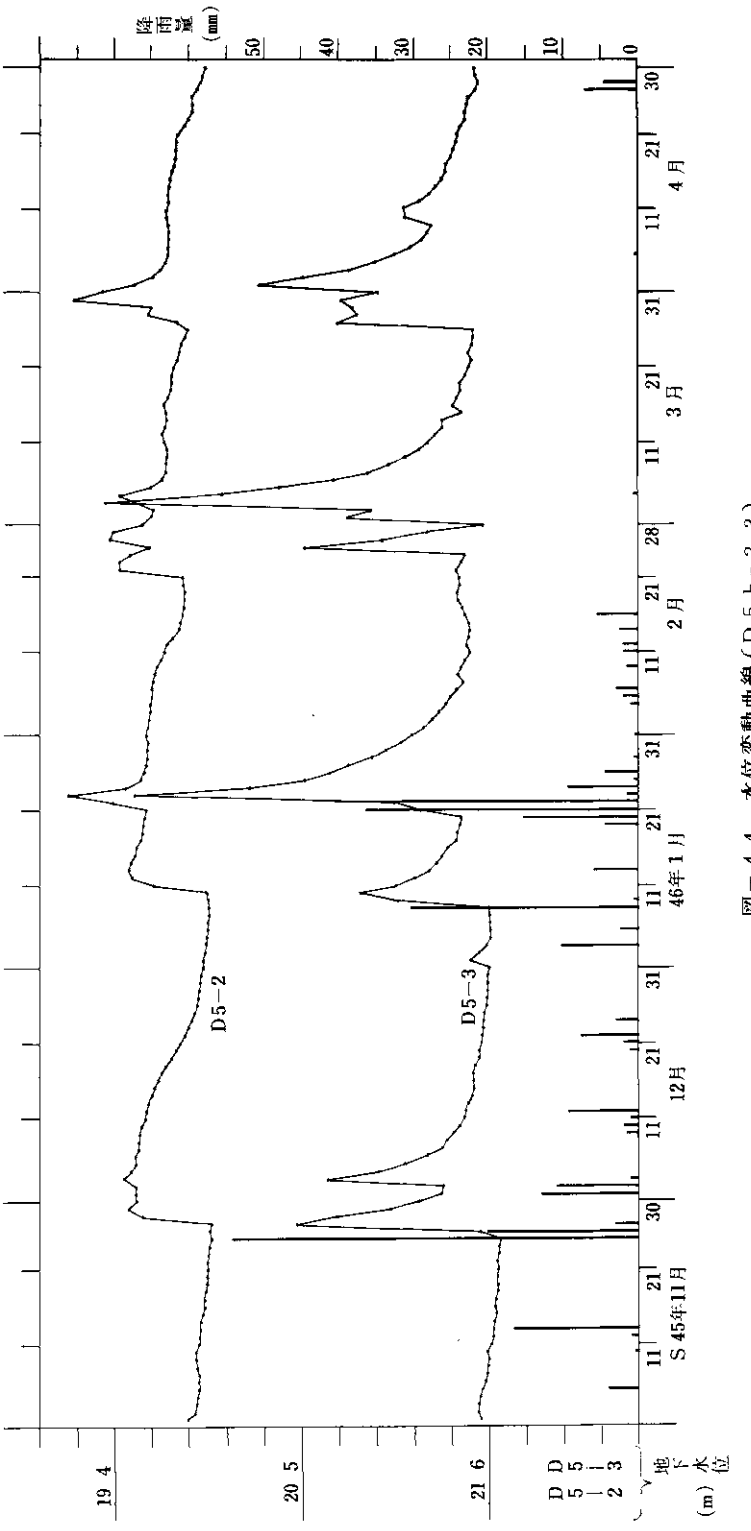
図−4.1　水位変動曲線（D5b−2,3）



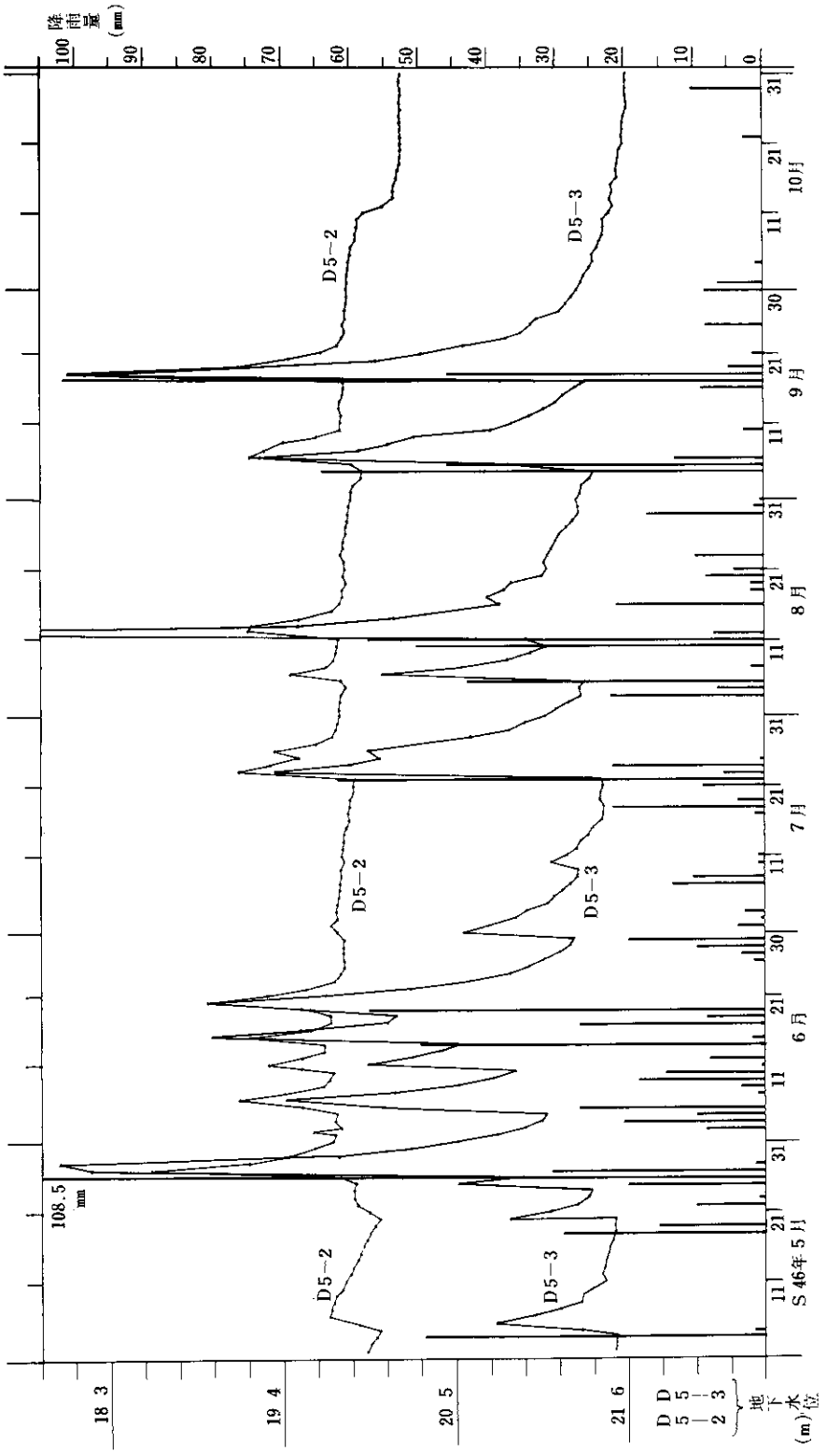
図－4.2　水位変動曲線（D5b－2,3）



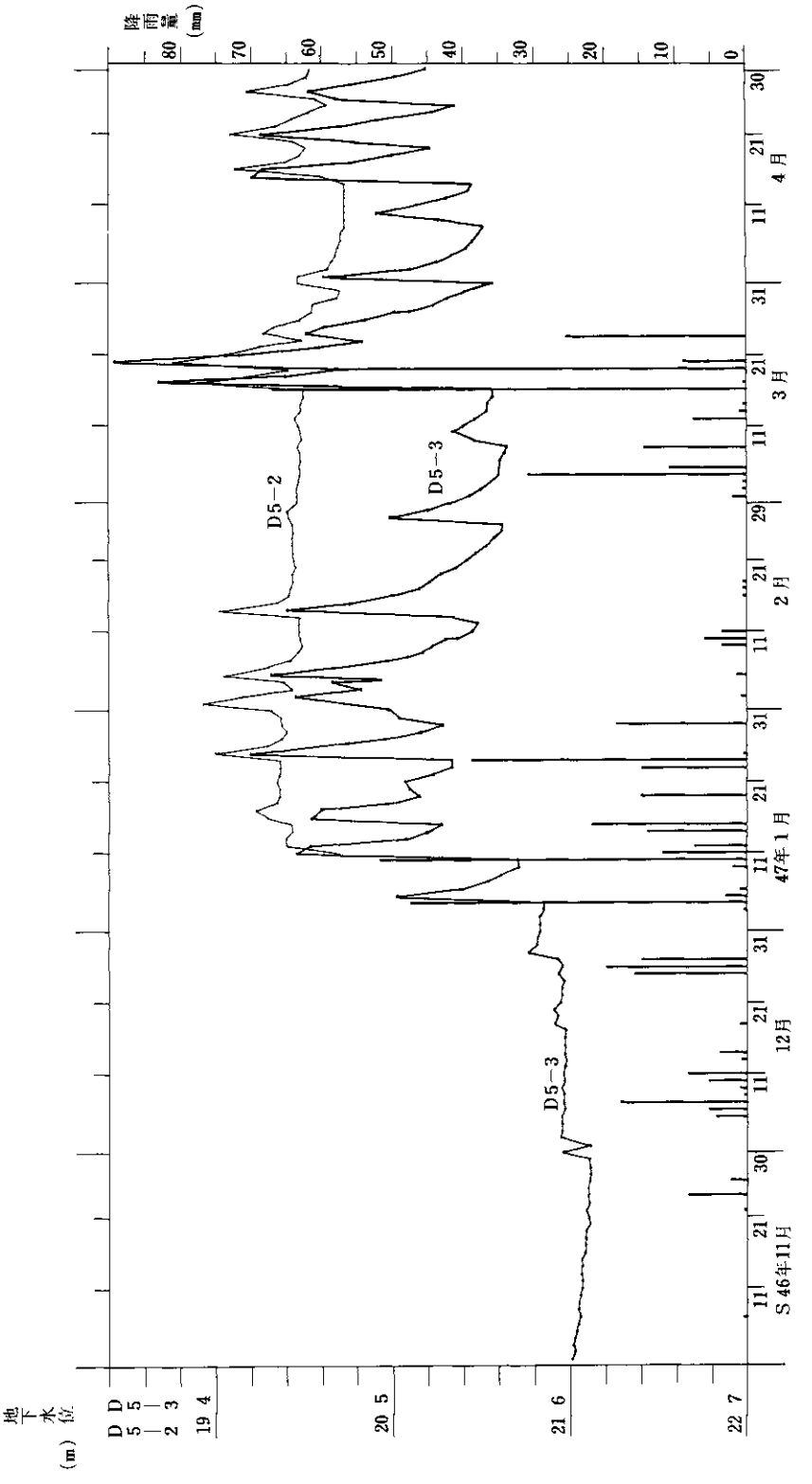
図－4.3　水位変動曲線（D5b－2,3）



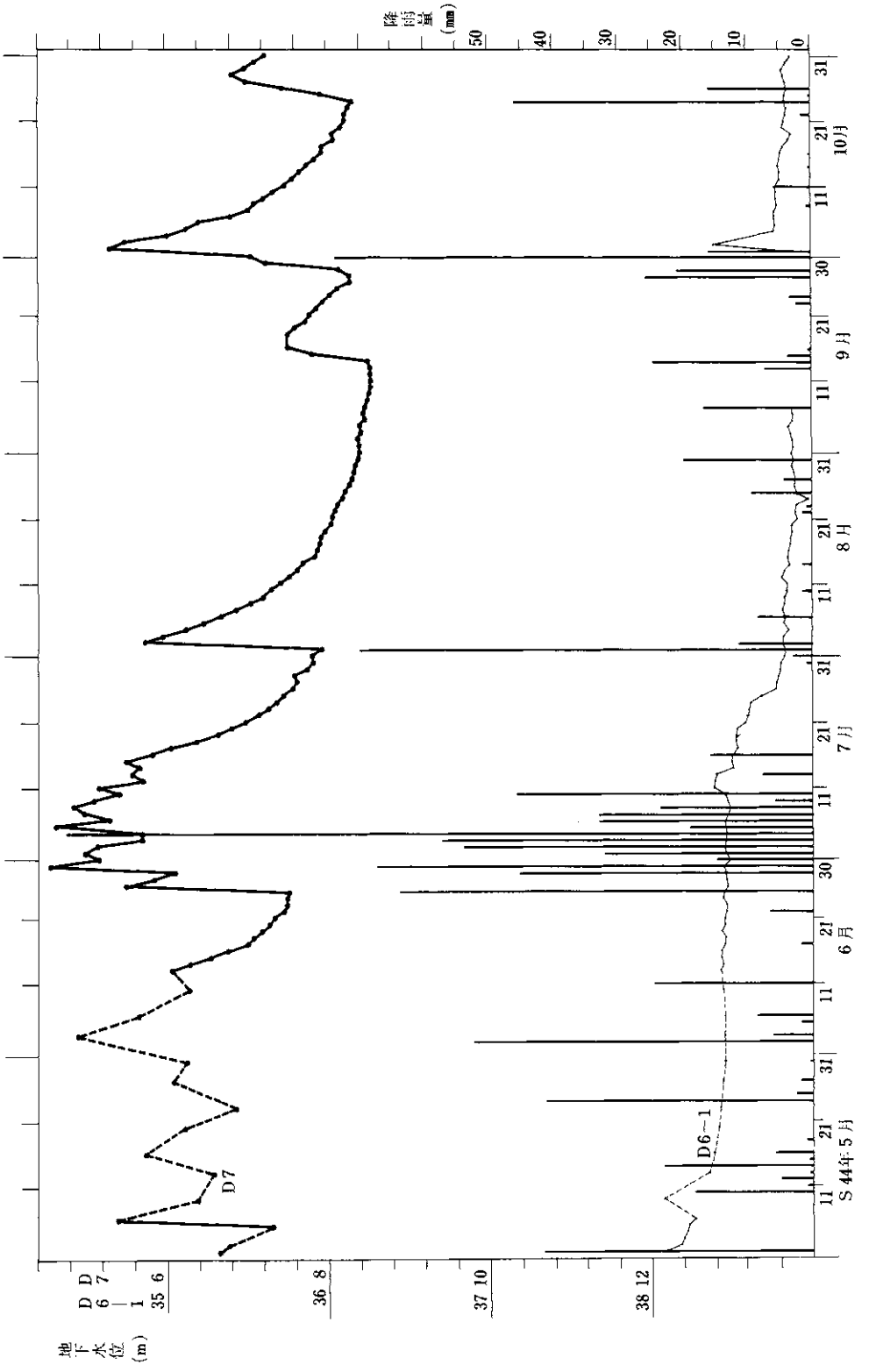
図－4.4　水位変動曲線（D5b-2,3）



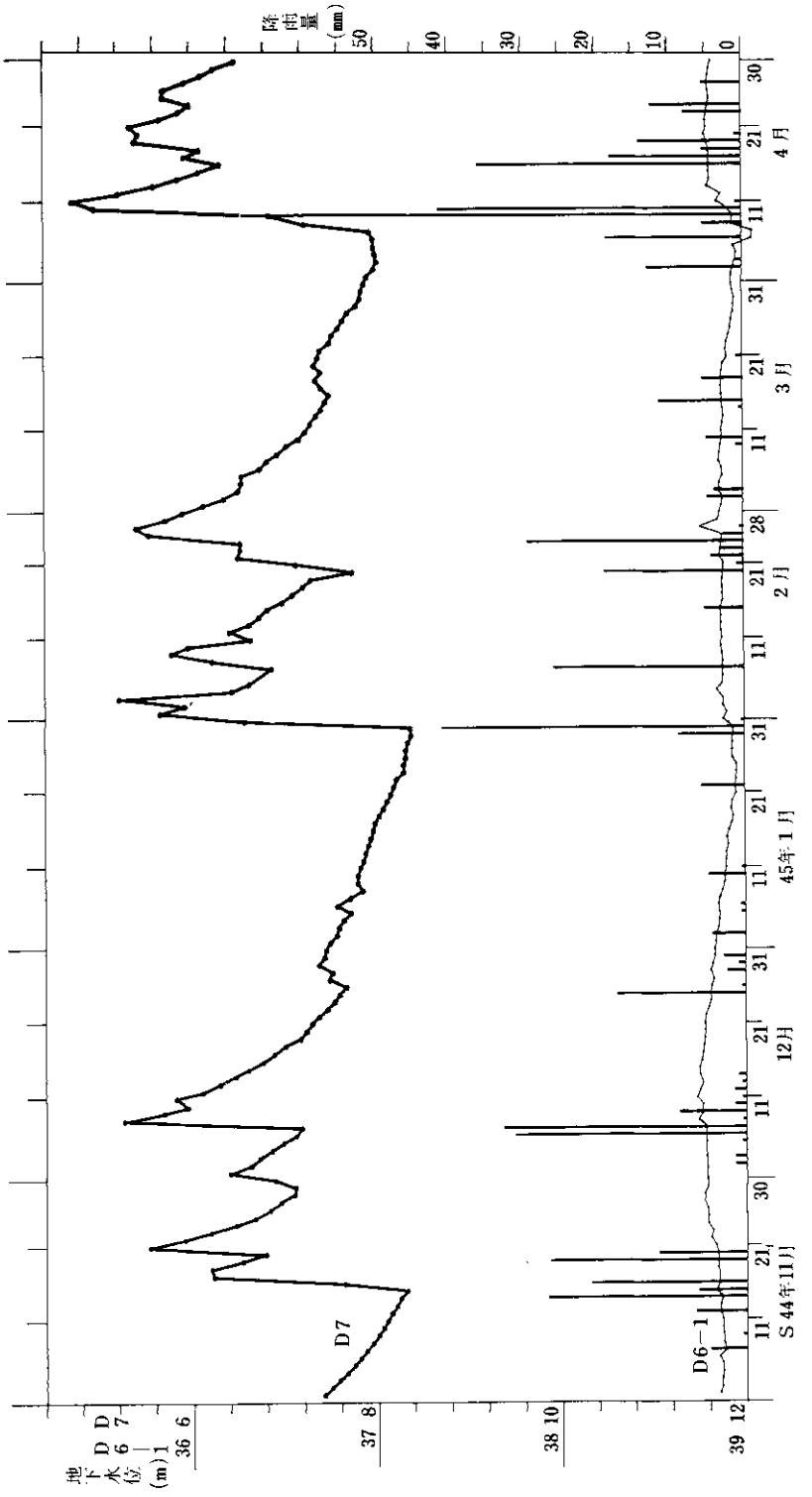
図−4.5　水位変動曲線（D 5 b − 2, 3）



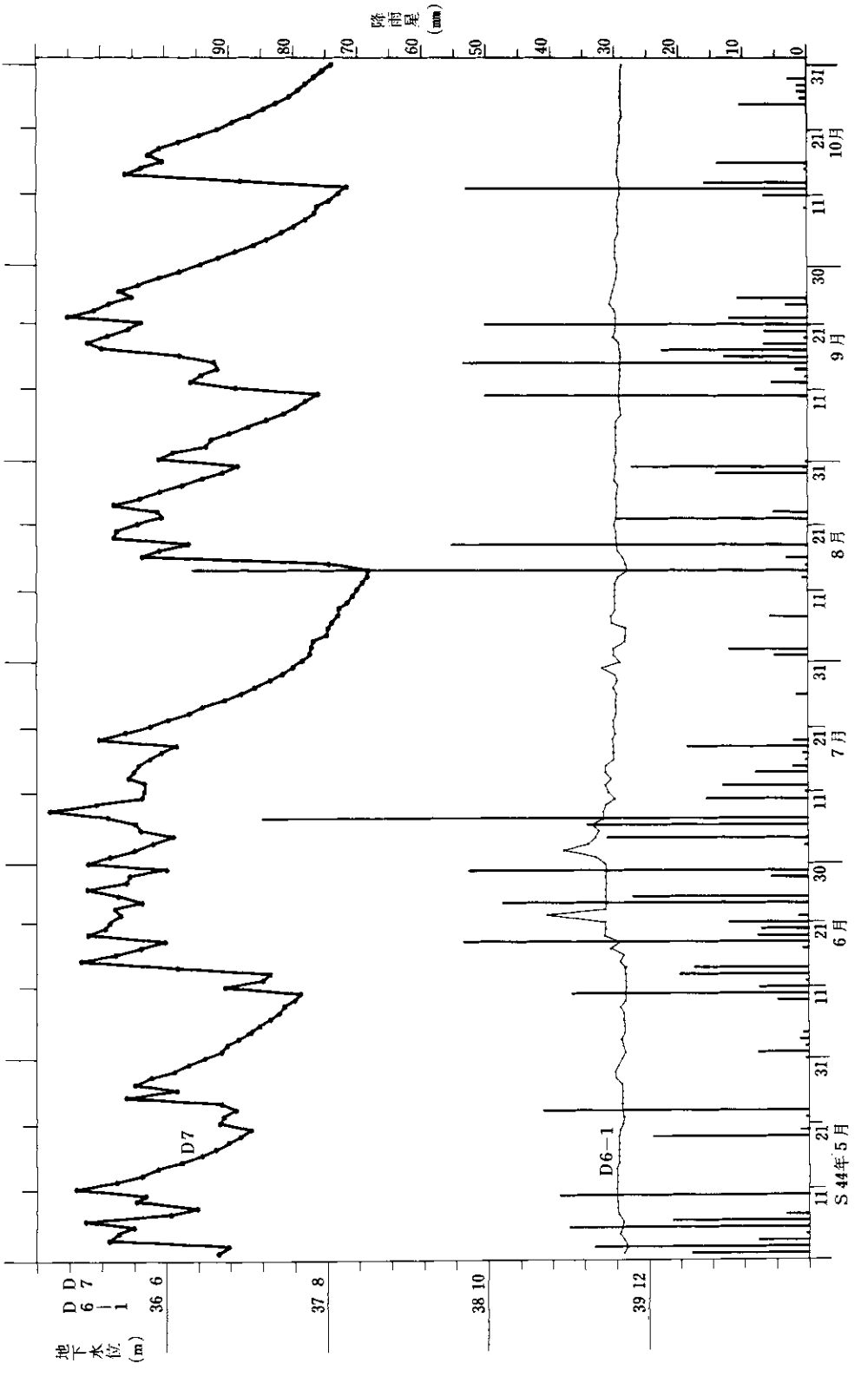
図－4.6　水位変動曲線（D5b－2,3）



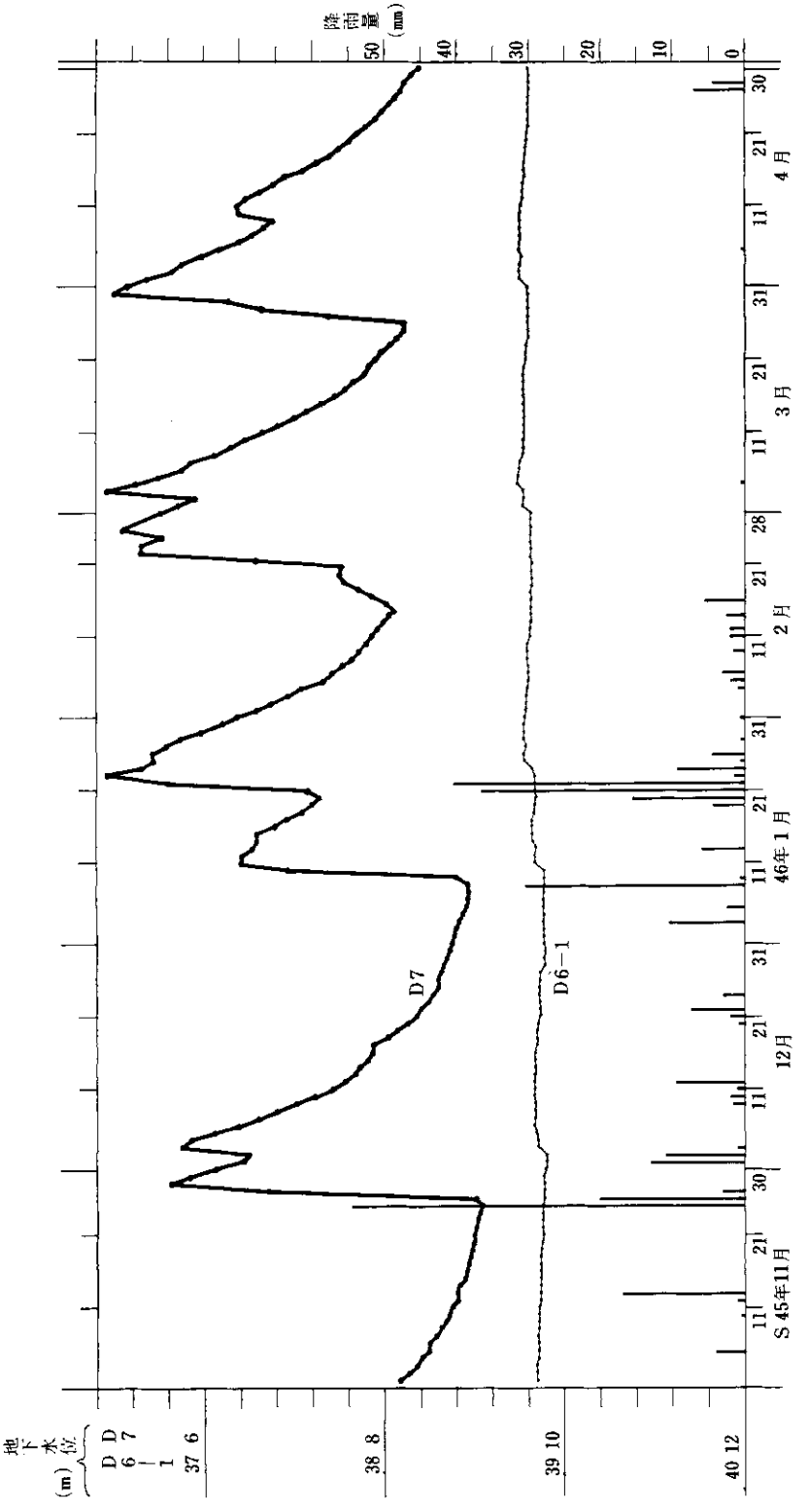
図－5.1　水位変動曲線（D6b・1，D7b）



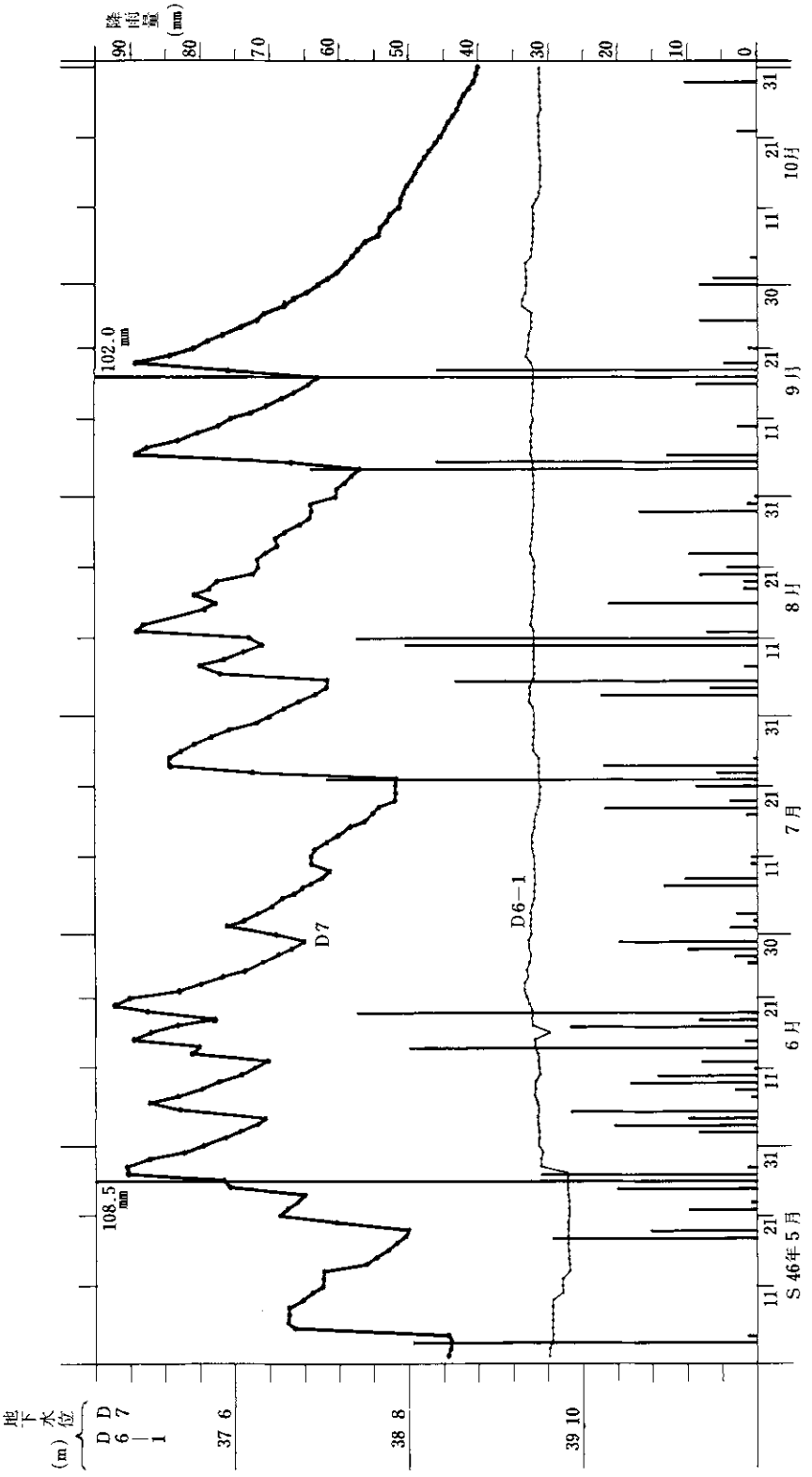
図－5.2　水位変動曲線（D6b-1，D7b）



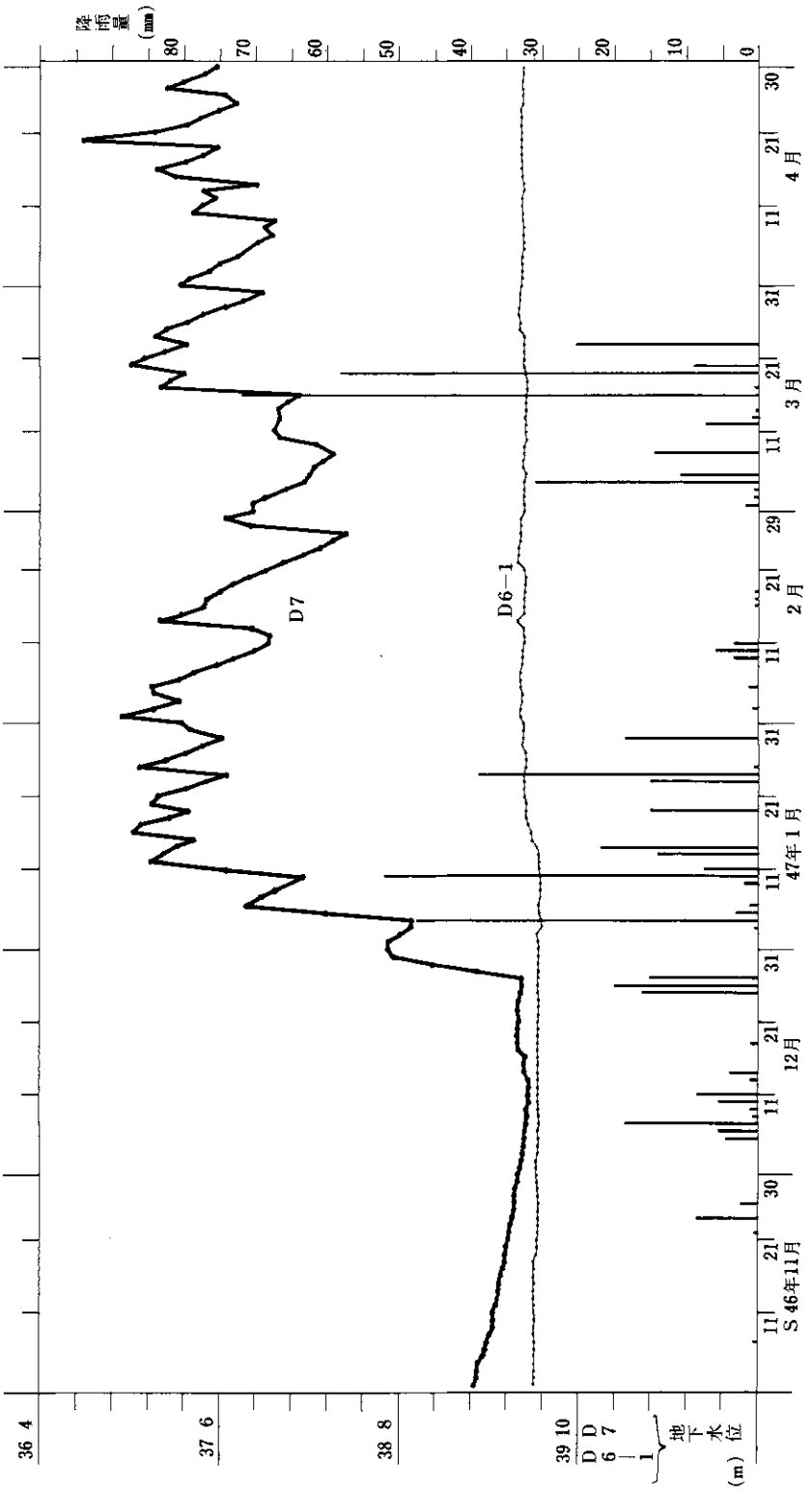
図－5.3　水位変動曲線（D6b-1，D7b）



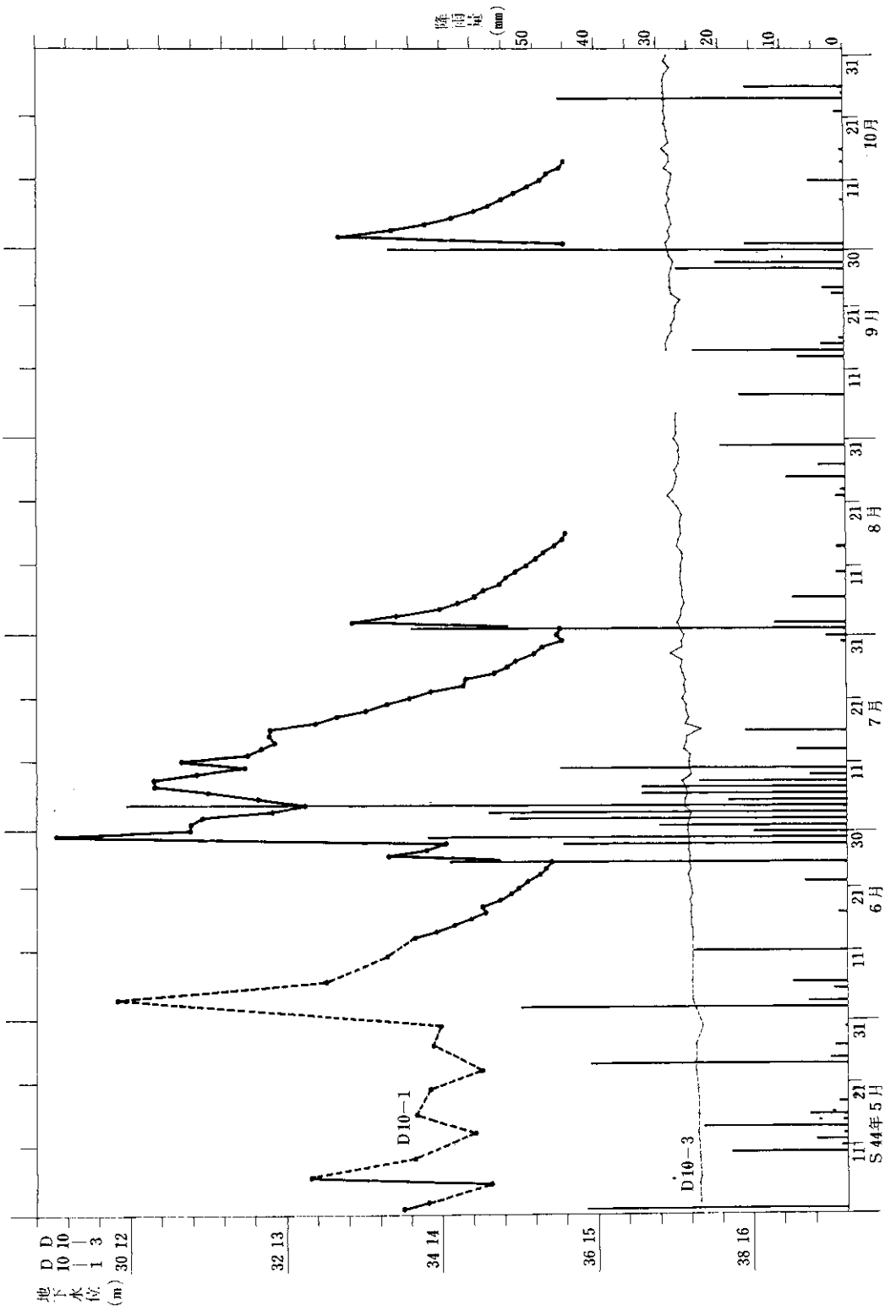
図－5.4　水位変動曲線（D6b-1，D7b）



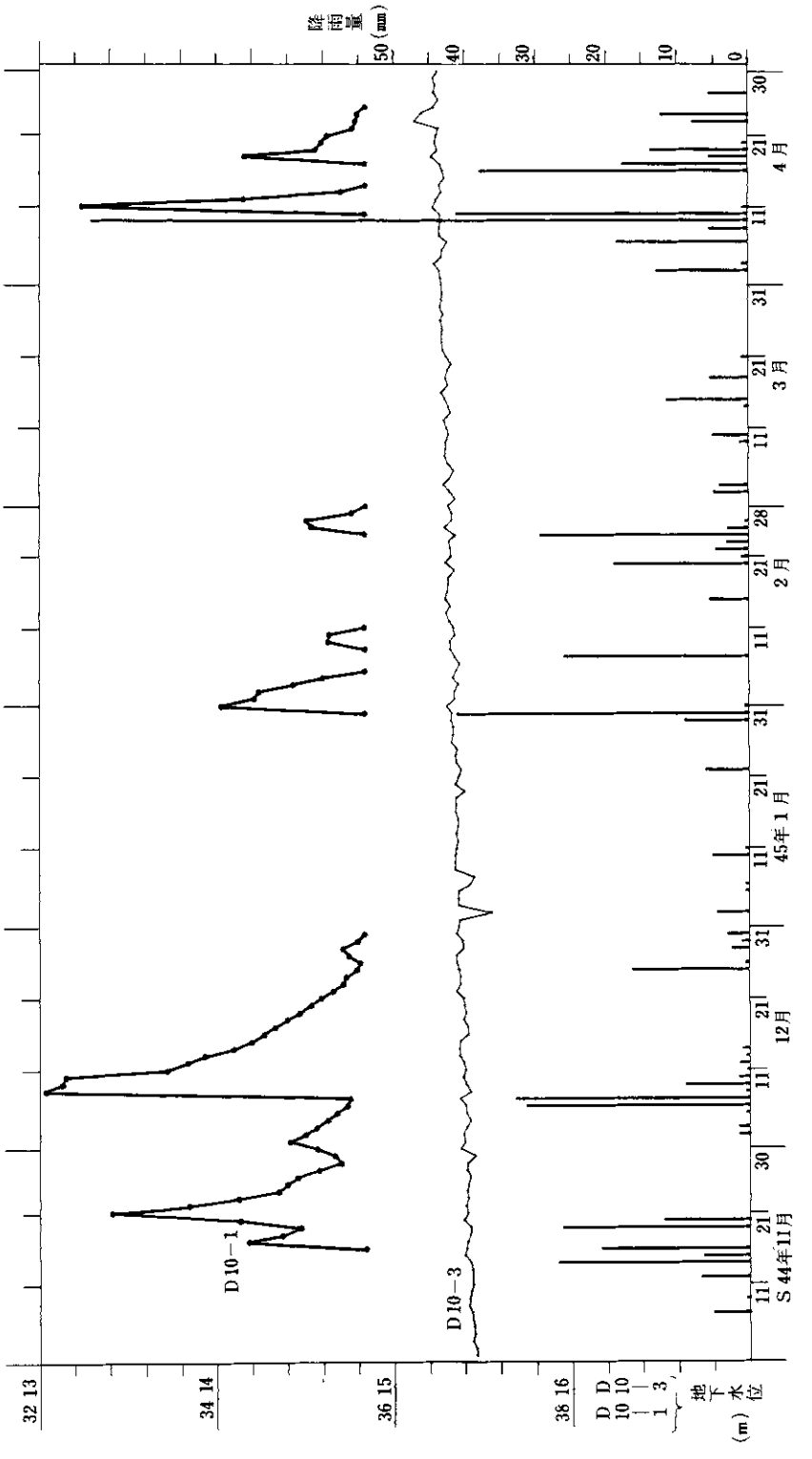
図－5.5　水位変動曲線（D6b−1，D7b）



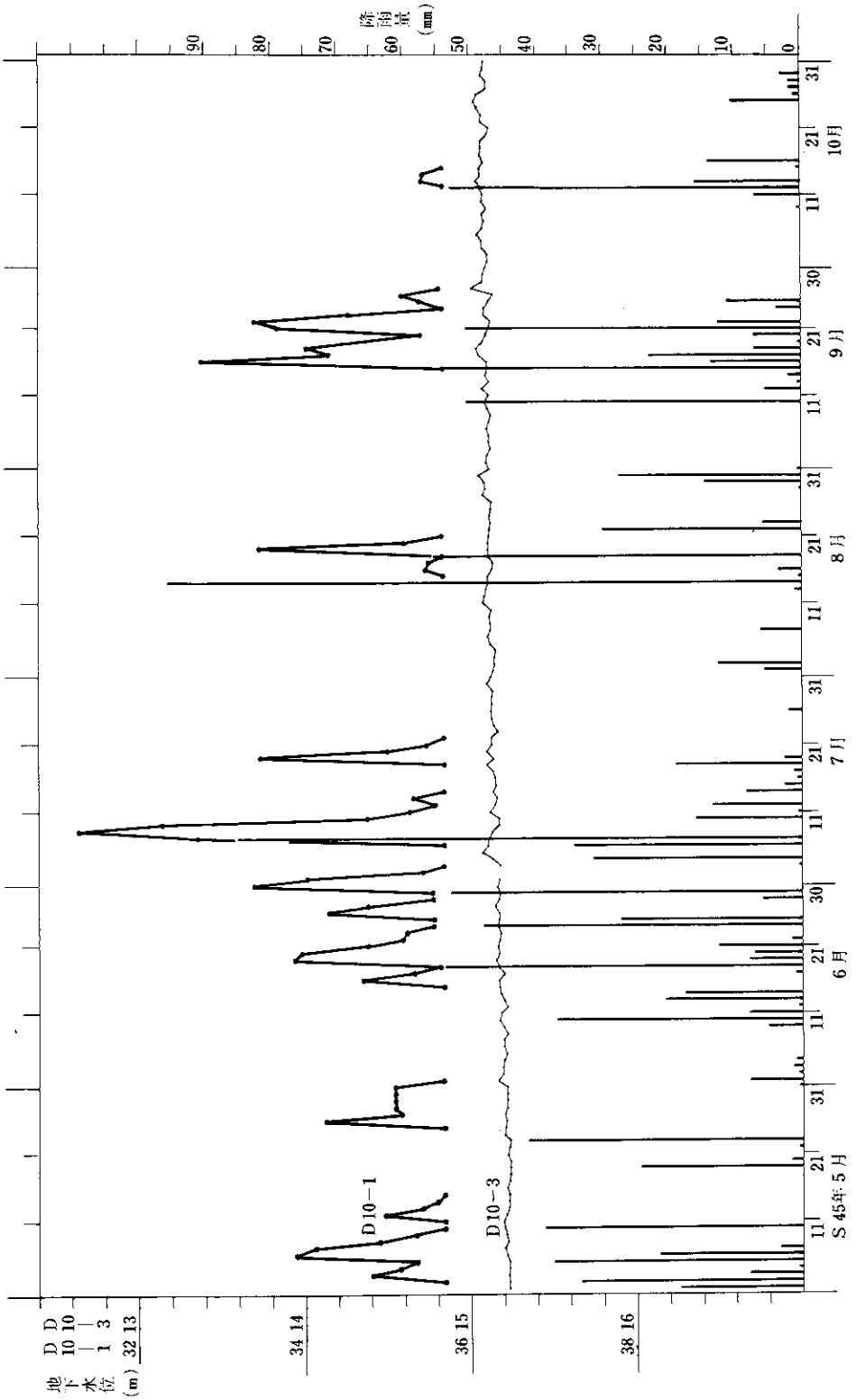
図－5.6　水位変動曲線（D6b-1，D7b）



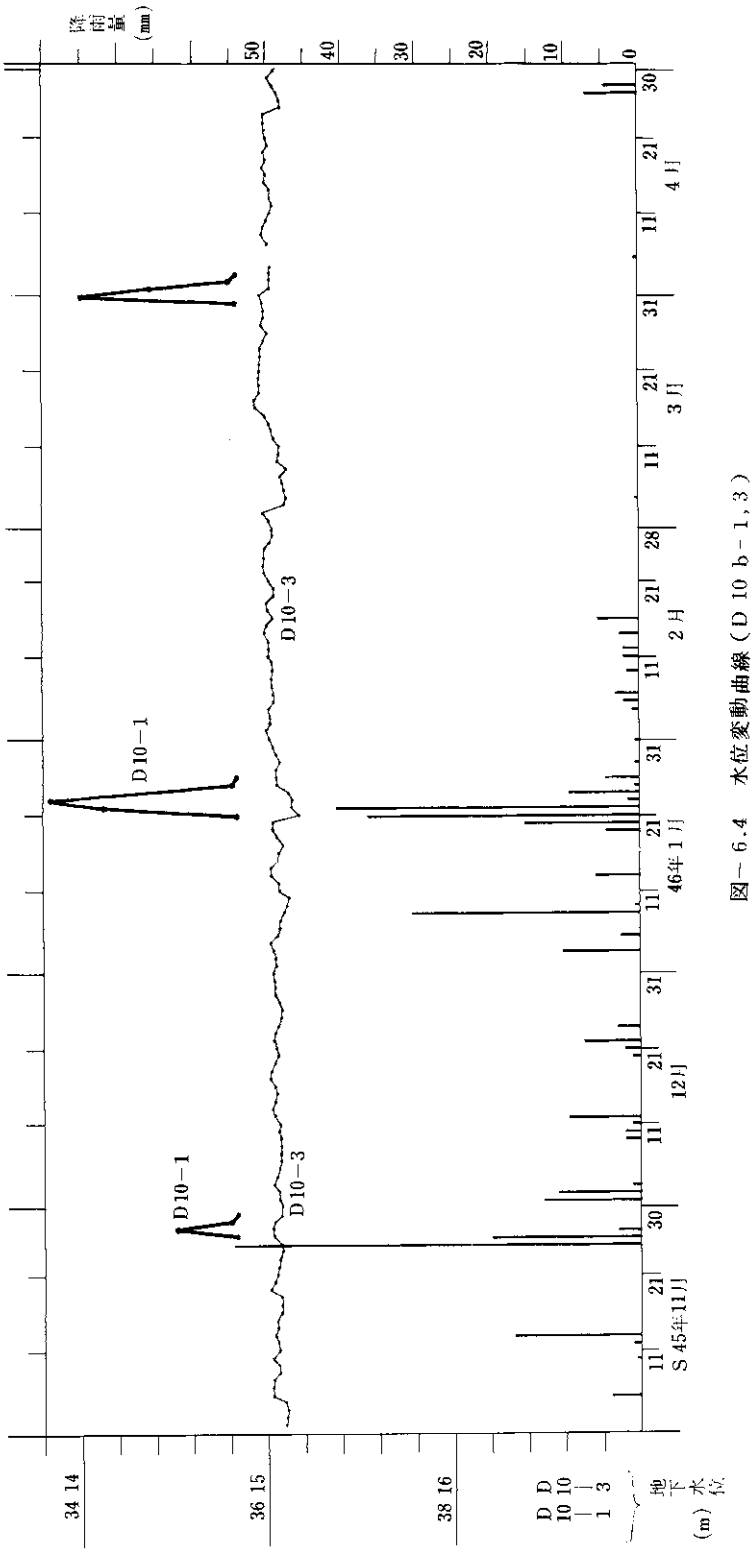
図－6.1　水位変動曲線（D10b－1,3）



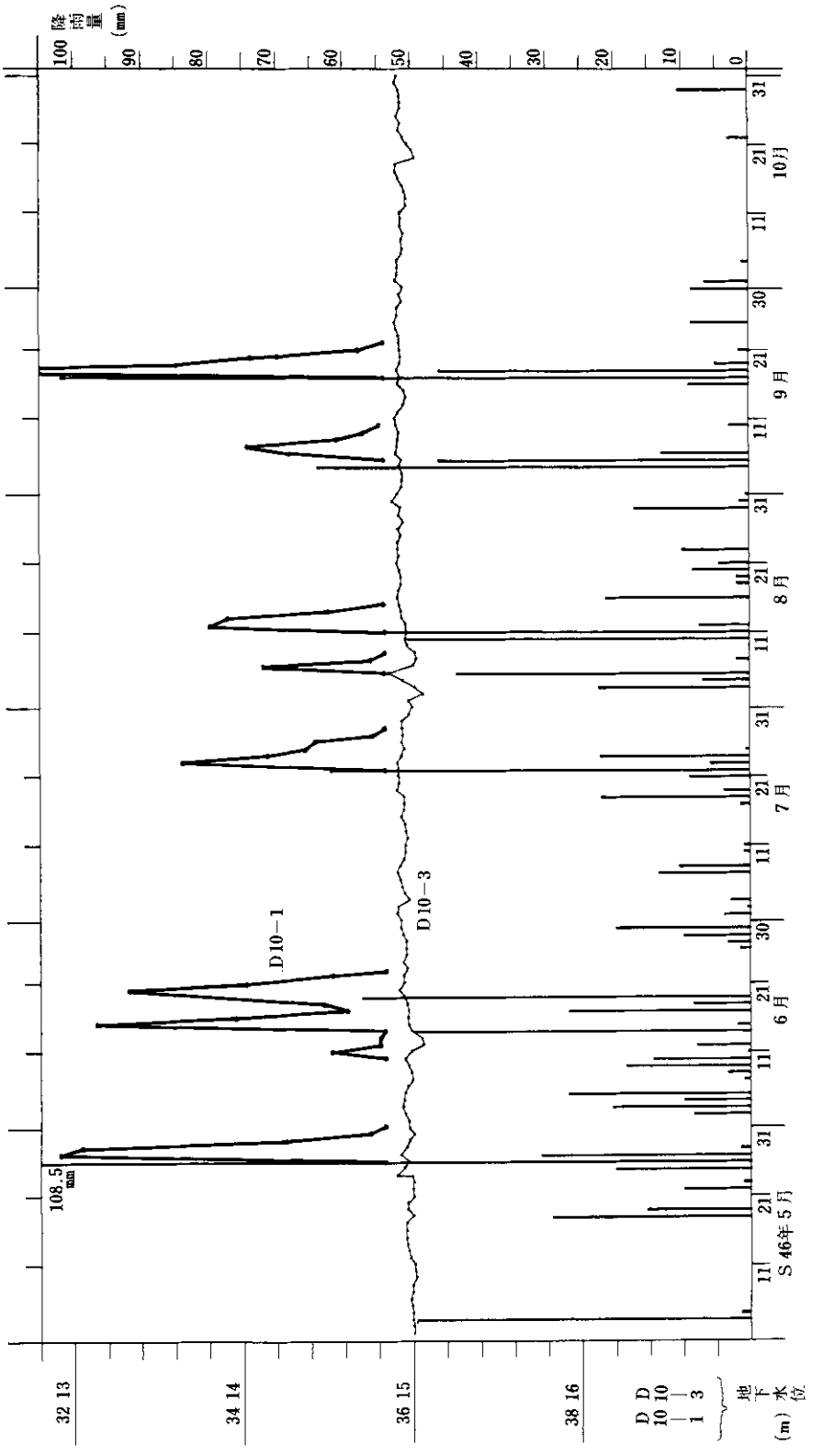
図－6.2　水位変動曲線（D 10 b－1，3）



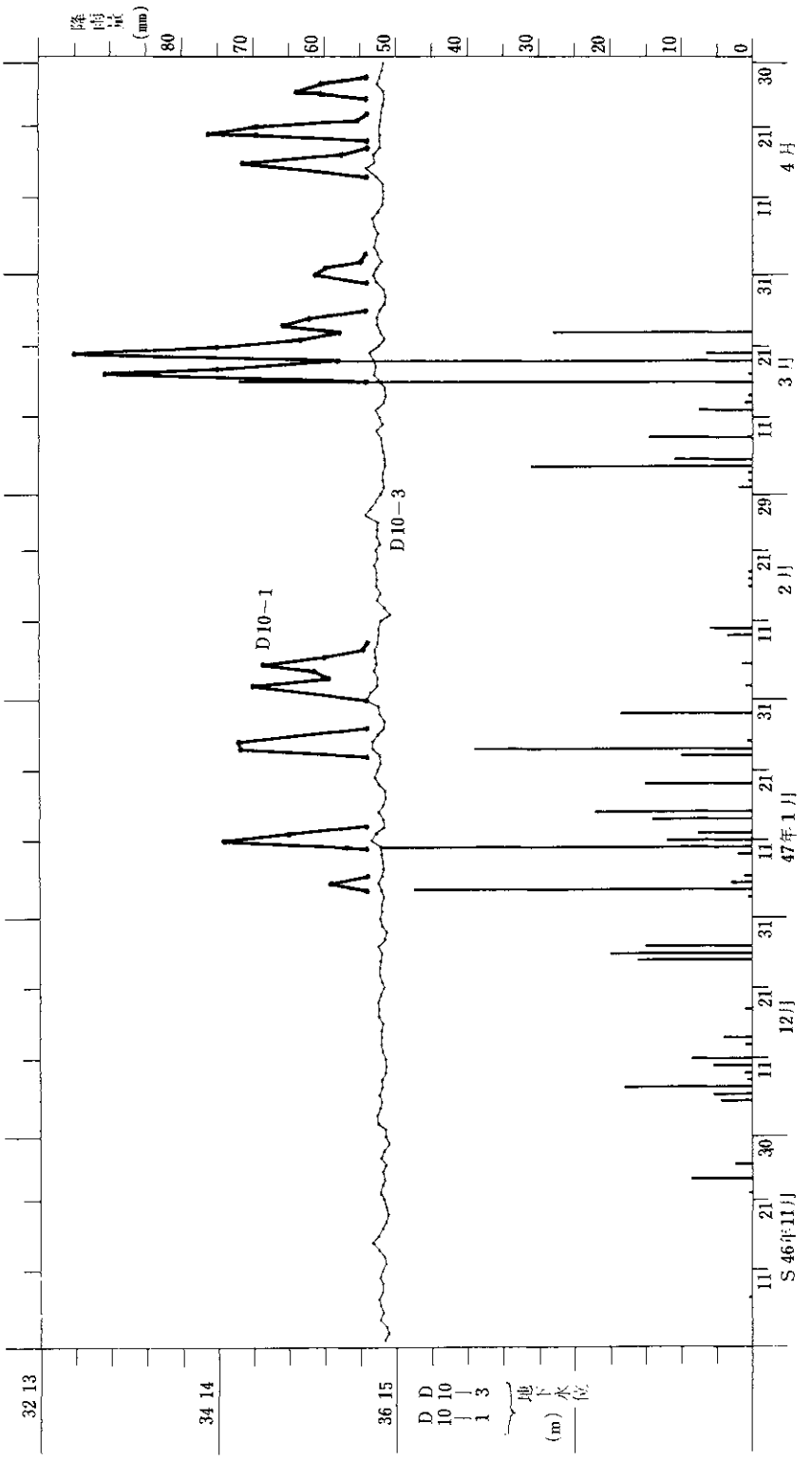
図－6.3　水位変動曲線（D 10 b 1, 3）



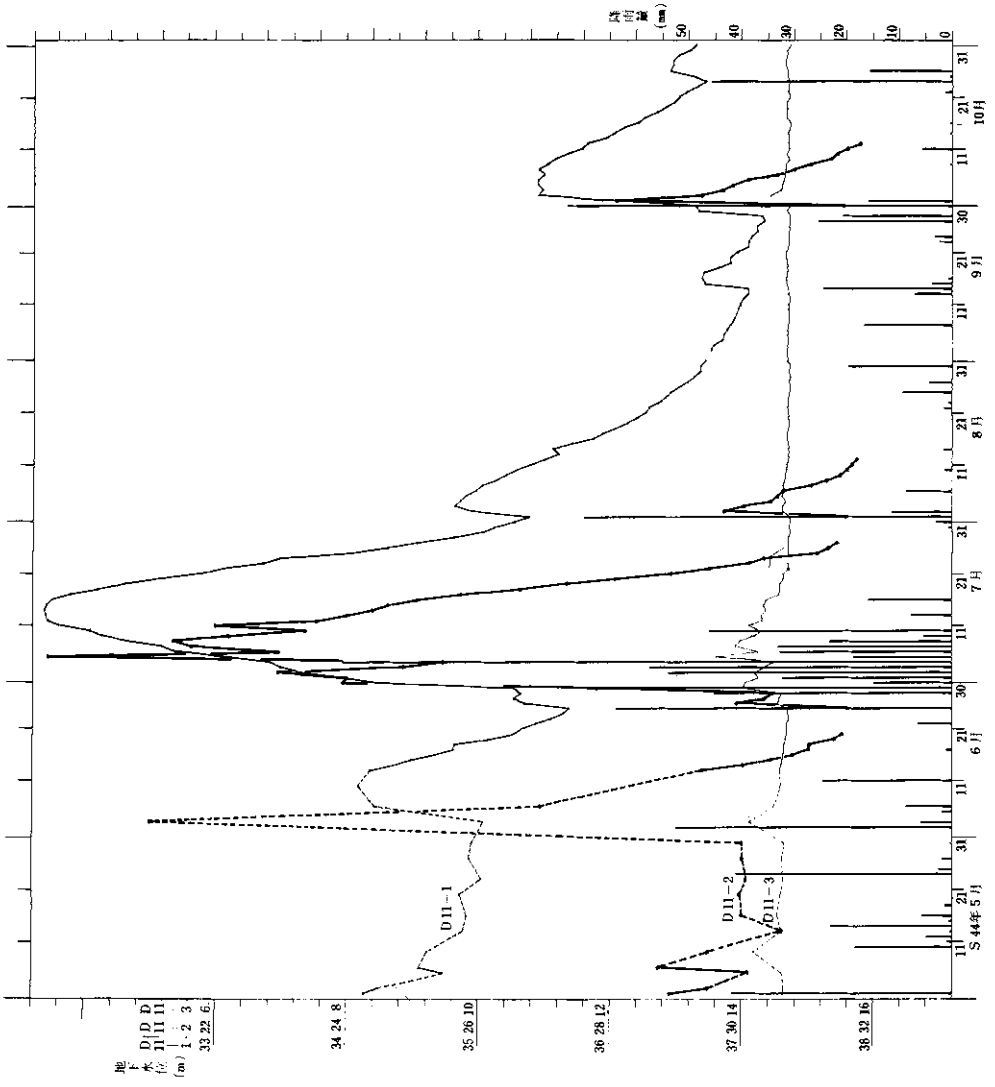
図－6.4　水位変動曲線（D 10 b－1，3）



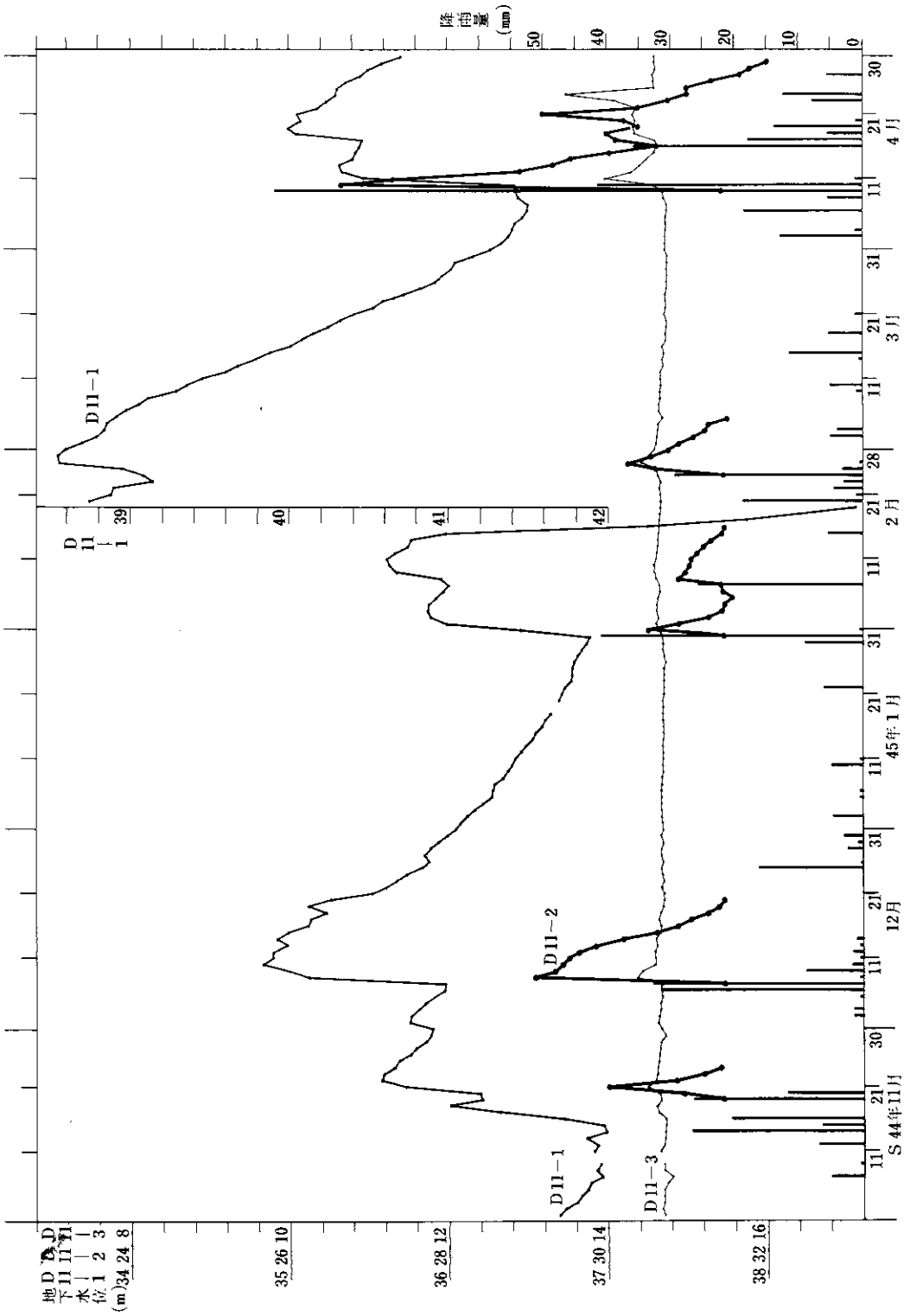
図−6.5　水位変動曲線（D 10 b−1, 3）



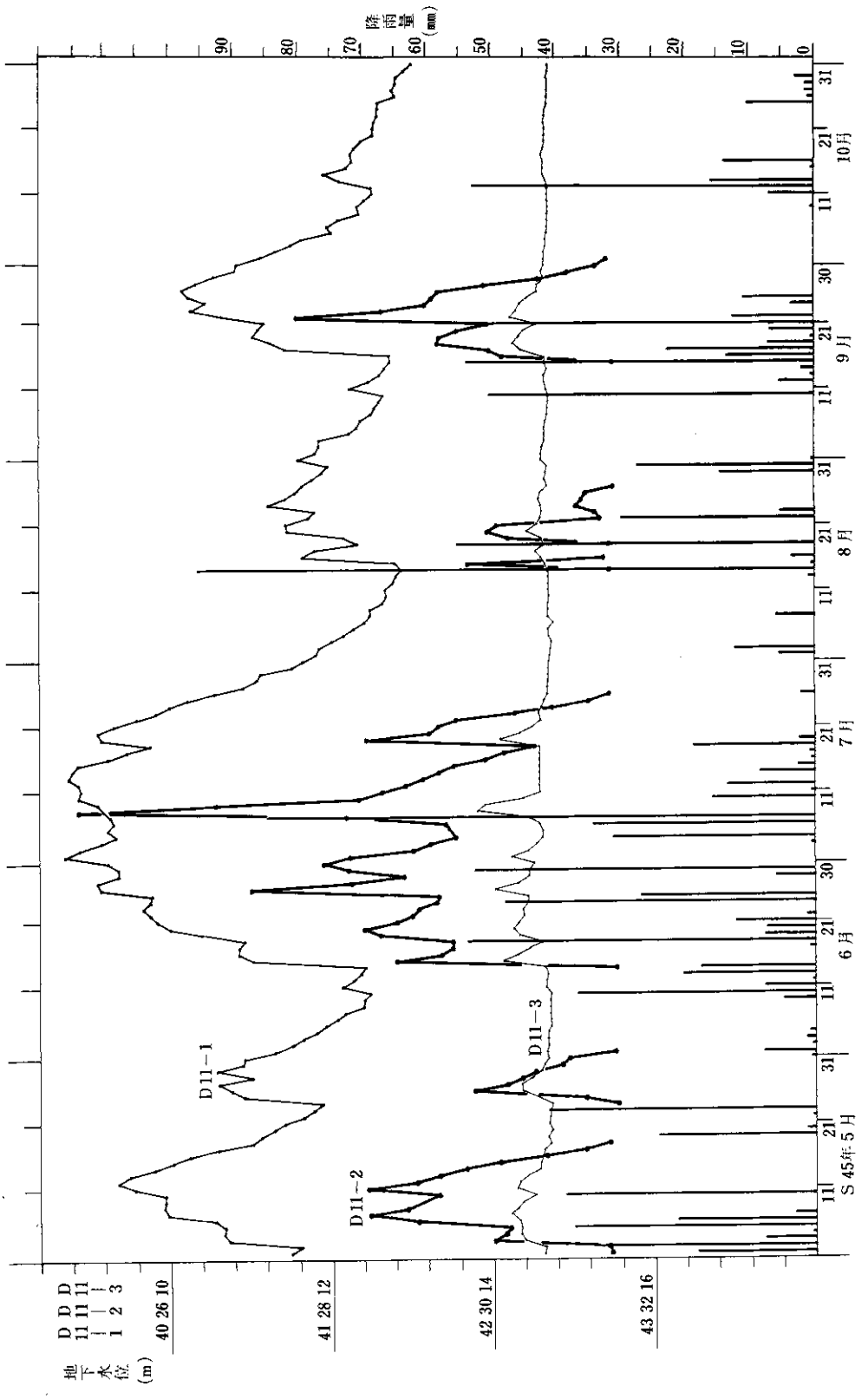
図－6.6　水位変動曲線（D10b－1,3）



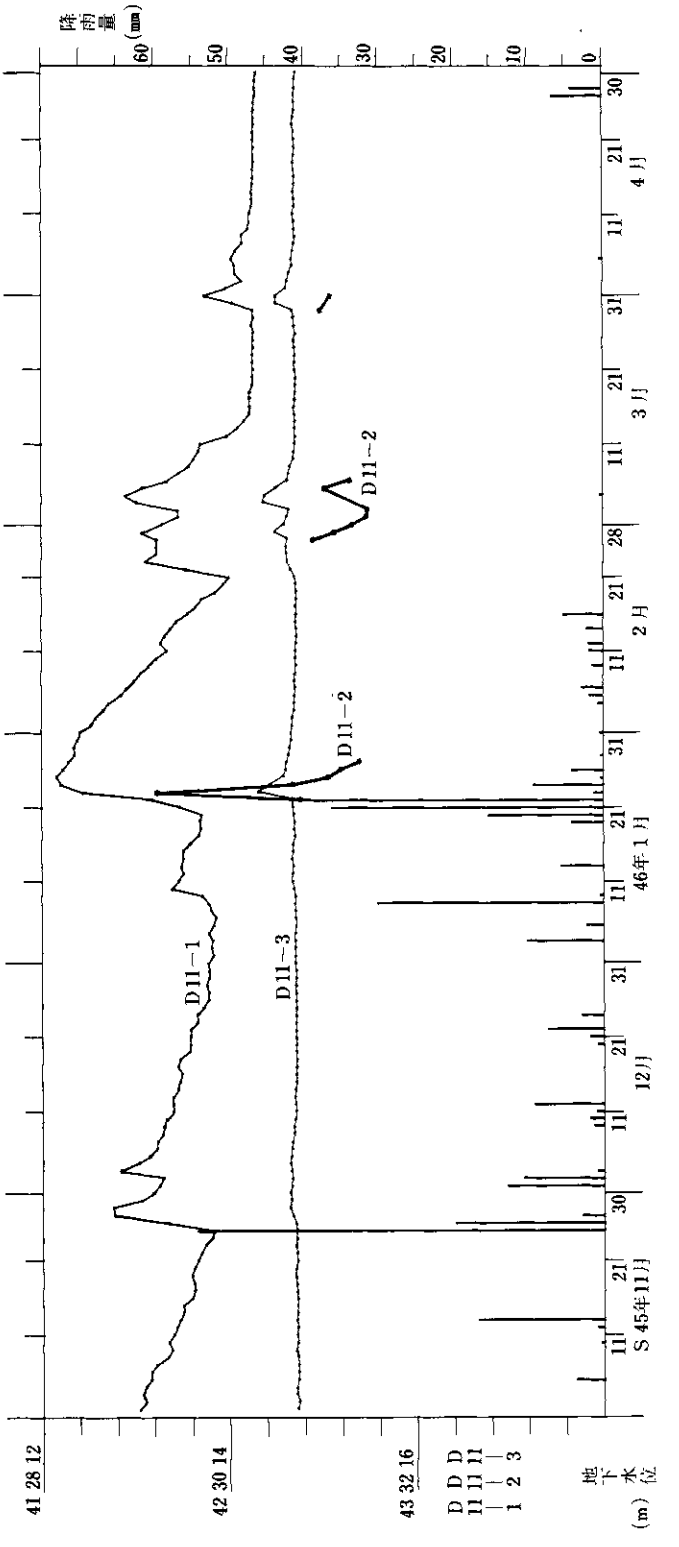
図－7.1　水位変動曲線（D 11 b－1, 2, 3）



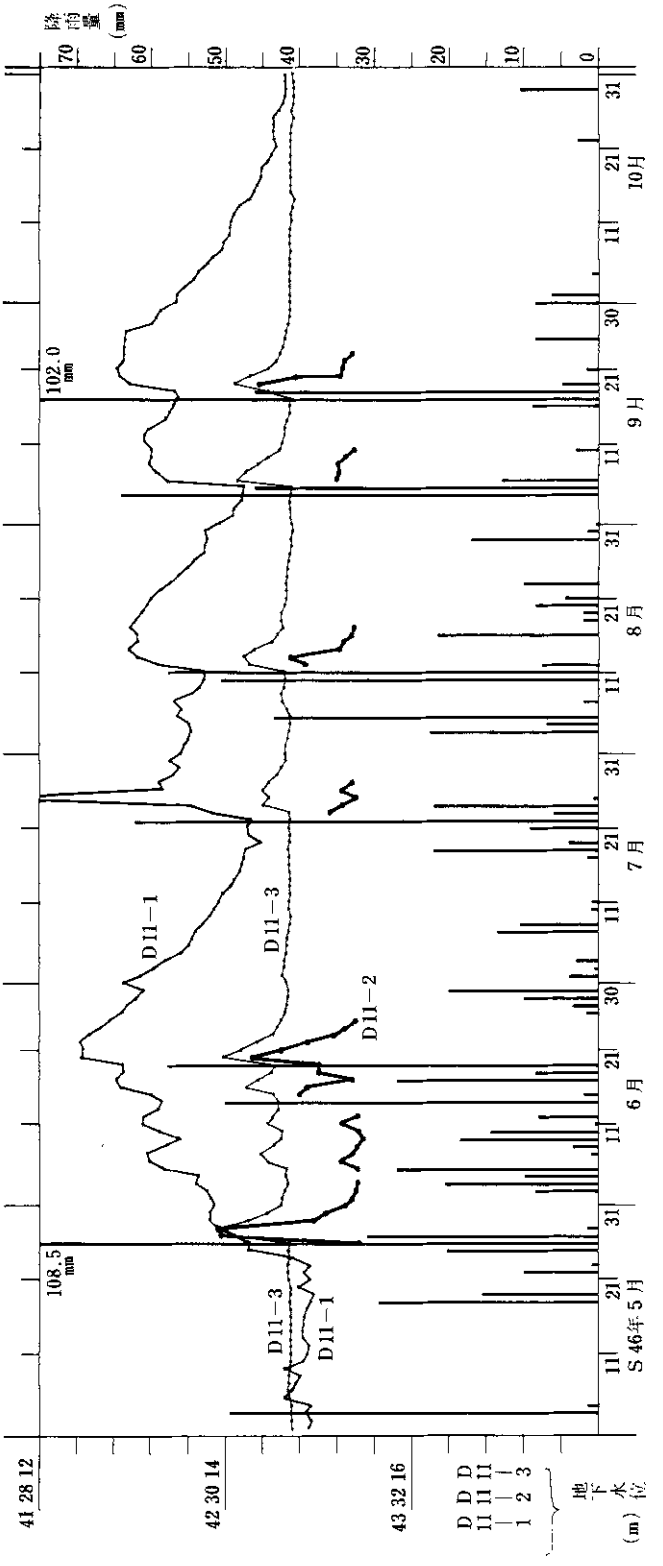
図－7.2　水位変動曲線（D 11 b－1,2,3）



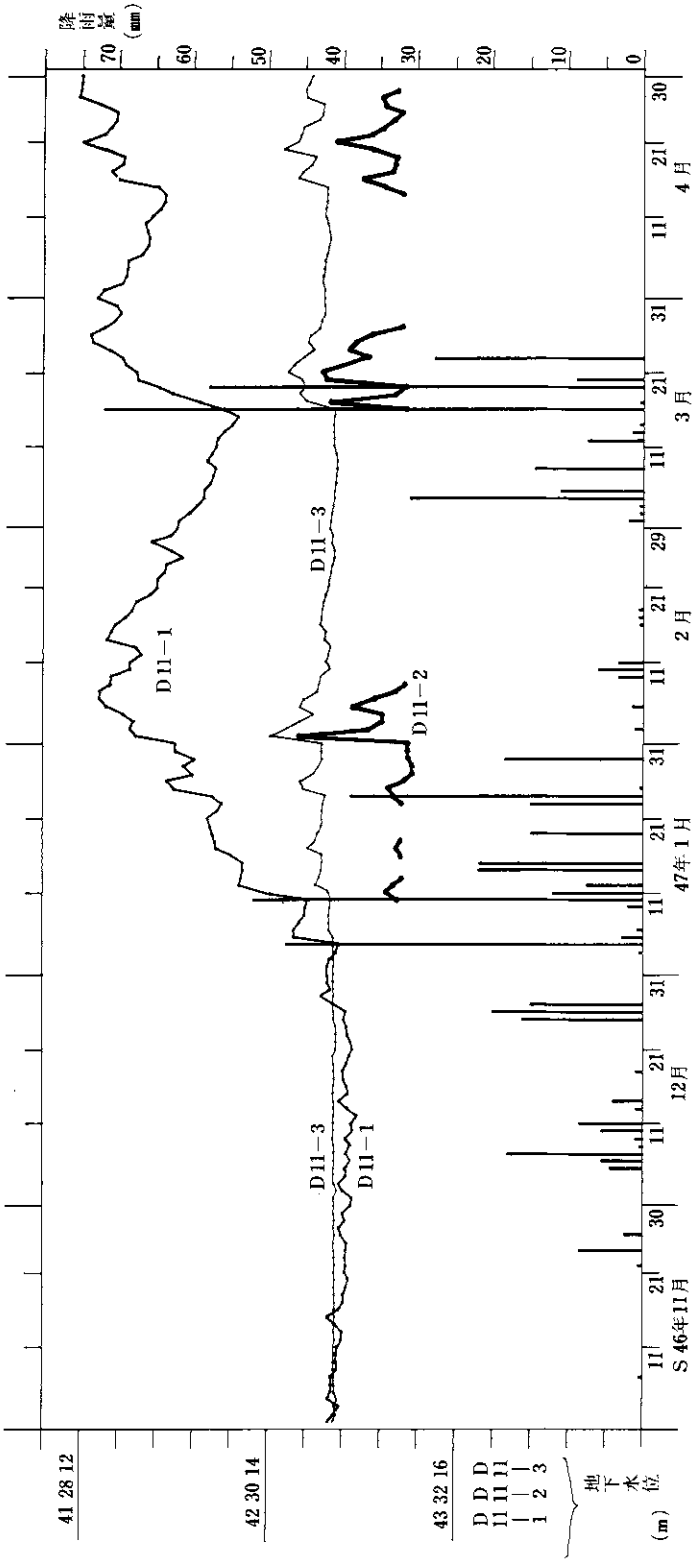
図－7.3　水位変動曲線（D 11 b－1，2，3）



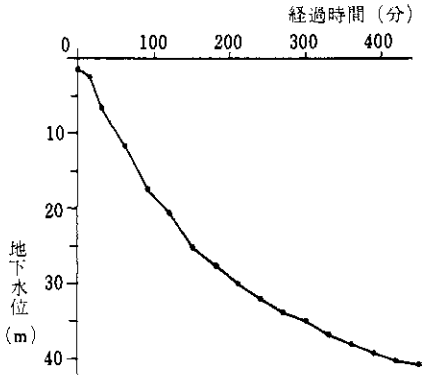
図－7.4　水位変動曲線（D 11 b－1，2，3）



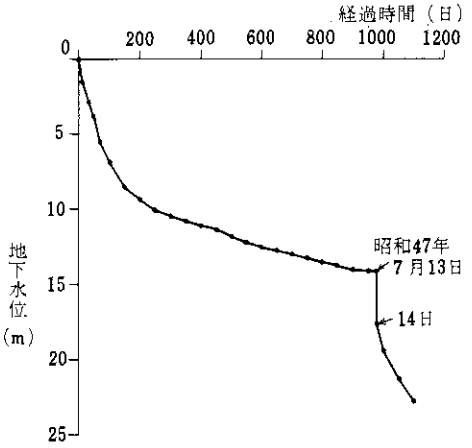
図−7.5　水位変動曲線（D 11 b-1, 2, 3）



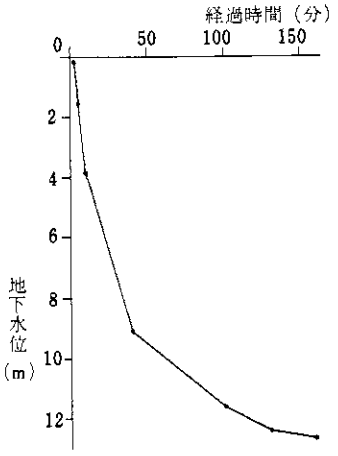
図－7.6　水位変動曲線（D 11 b－1, 2, 3）



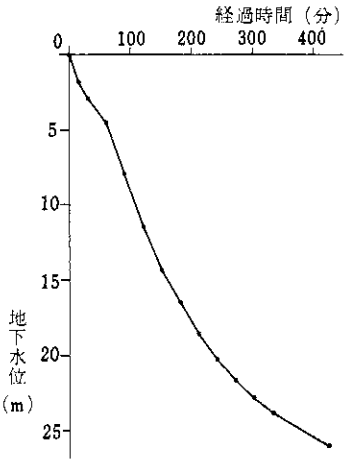
図－8　注水試験結果（D4b-1）



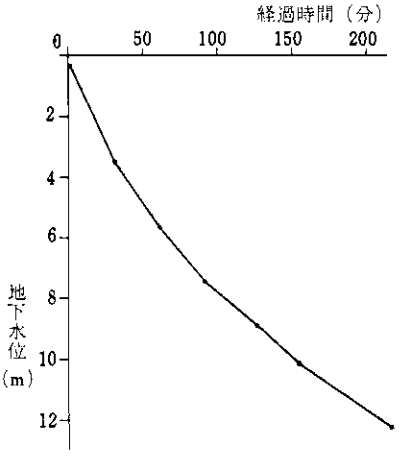
図－9　注水試験結果（D4b-2）



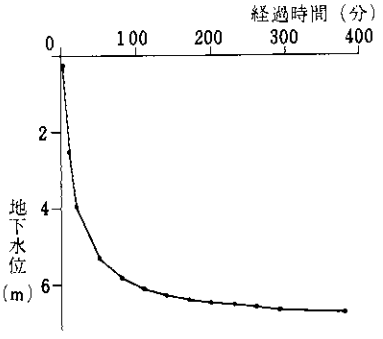
図－10　注水試験結果（D4b-4）



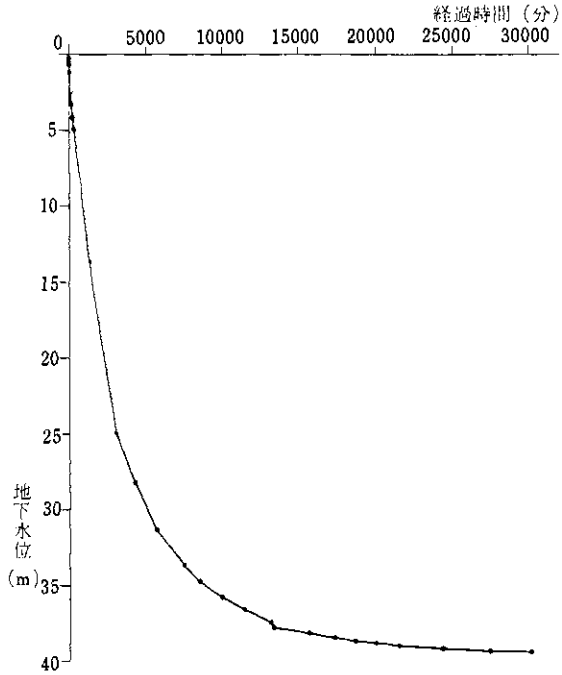
図－11　注水試験結果（D5b-1）



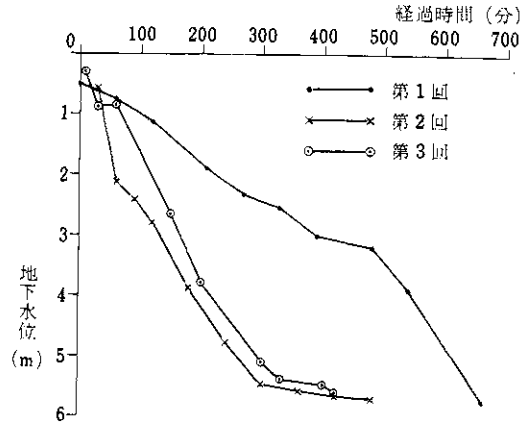
図－12　注水試験結果（D5b-2）



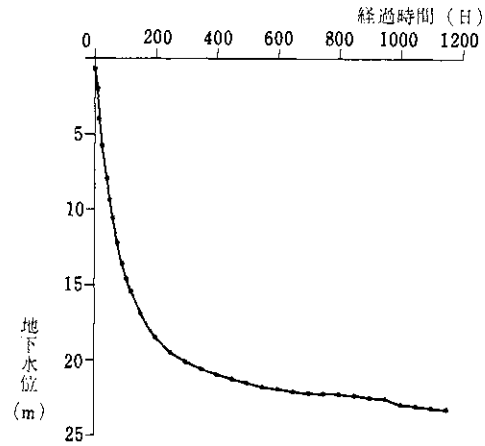
図－13　注水試験結果（D5b-3）



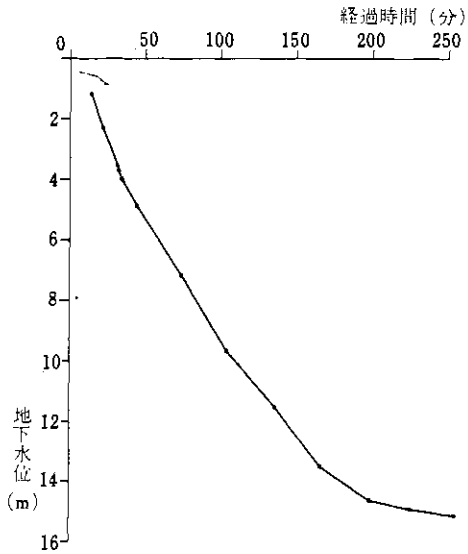
図－14　注水試験結果（D 6 b - 1）



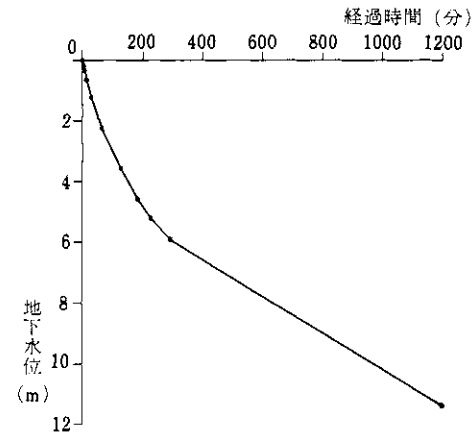
図－16　注水試験結果（D 7 b）



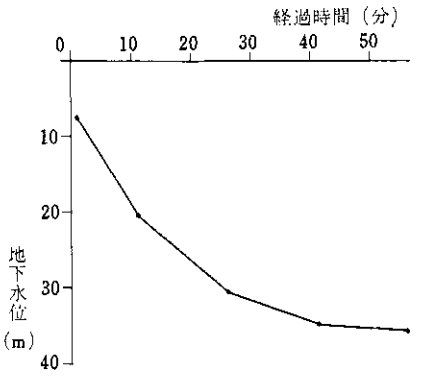
図－17　注水試験結果（D 10 b - 2）



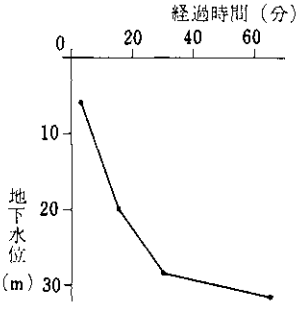
図－15　注水試験結果（D 6 b - 2）



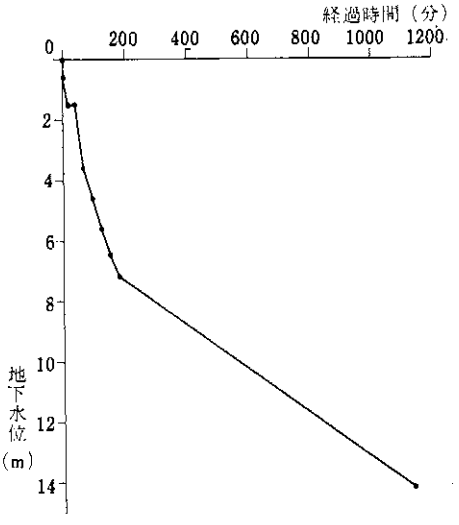
図－18　注水試験結果（D 10 b - 3）



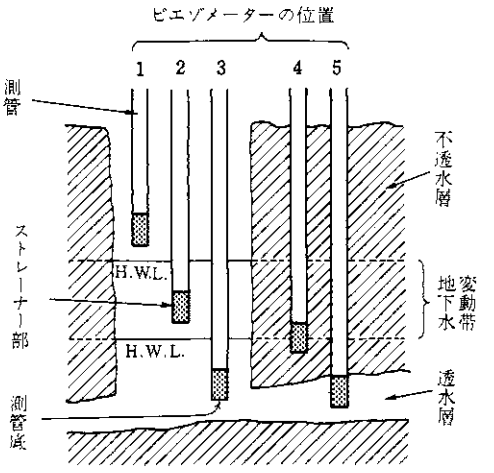
図－19　注水試験結果（D 11 b - 1）



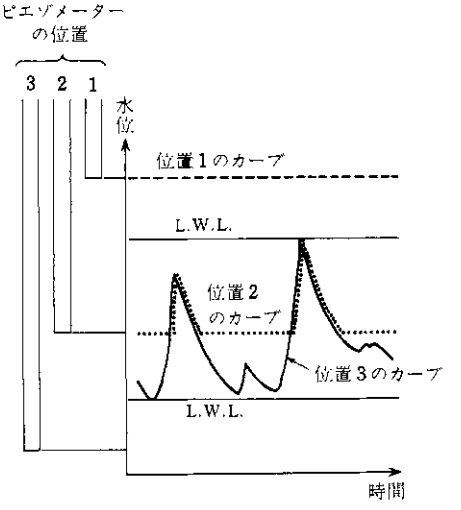
図－20　注水試験結果（D 11 b - 2）



図－21　注水試験結果（D 11 b - 3）



図－22　ピエゾメータの位置と地下水面との関係



図－23　ピエゾメータの位置と水位変動曲線のタイプ

3.4　ストレーナ部の位置と長期変動観測結果

3.3で述べたそれぞれの場合について，どのようなタイプの長期変動観測結果が得られるかを定性的に考察する（図－22，23）．

①　No 1 の位置：電気水位計の測管内に吊り下げられる検出用の電極が，管底または管底付近にたまった濁った泥土にふれると，水位計の針が動く．すなわち，管底付近がちょうど水面であるかのように誤認されるため，常にほぼ一定の測定値が得られ，水位変動曲線は水平な直線となる．

②　No 3 の位置：検出極が測管内の水面に触れ

ると水位計の針が動く．観測結果は実際の水位を表わす（詳細な検討は省略する）．通常は実際の水位が変動しているから，水位変動曲線も変動するが，実際の水位がほとんど変動しない特別な場合には水位変動曲線も変動しない．

③　No.2の位置：実際の水位が測管底より上方にある場合はNo.3の場合と同様で，下方にある場合はNo.1と同様である．したがって，水位変動曲線は図－23のNo.2のようになる．

④　No.4の位置：No.1の場合と同様，管底・管内のたまり水の水面・管内にたまった泥土の表面等が地下水面と誤認される．水位変動曲線は水平な直線となる．

⑤　No.5の位置：それぞれの場合に応じてNo.1，No.2，No.3と同様になる．また，場合によっては水面の位置は被圧水頭を表わしている．

3.5　地下水位の実際の変動

地下水の実際の変動が観測できるのは，No.2の位置（水位上昇期），No.3の位置，No.5の位置（No.2とNo.3に対応する場合）だけであることを既述した．ここでは，実際の変動のタイプについて考察する．それは次の3種に定性的に分類できる（下記の②③の合成型もある）．

①　常にほぼ一定不変の水位を保つ型（不変型と仮称）：たとえば面積が広く，かつ，余水吐のような構造を有する空隙内の地下水に，少量の地下水供給があっても水位はほとんど変わらないであろう．これは満水したタライに少量の水をホースで注ぐことを想像すれば容易に理解できるであろう．

②　降雨に敏感に反応して水位が昇降する型（降雨型）：これについては現在，菅原のタンクモデルを用いて解析中で，次回に発表する予定である．

③　降雨にも反応するらしいが，原因未詳の周期の長い傾向的昇降を示す型（傾向型）：地すべりや降雨による水みちの変化または諸排水工事の効果その他に起因するであろう．

3.6　ストレーナ部の位置と注水試験結果

注水試験で測管内に注入された水は，ピエゾメータの構造・ストレーナ部周辺層の透水性・測管内外の水頭差などの影響を受けながら，測管外に流出する．測管内の水位の減少状況についても現在定量的に解析中なので（次回に発表予定），ここでは定性的に減少状況を分類する．

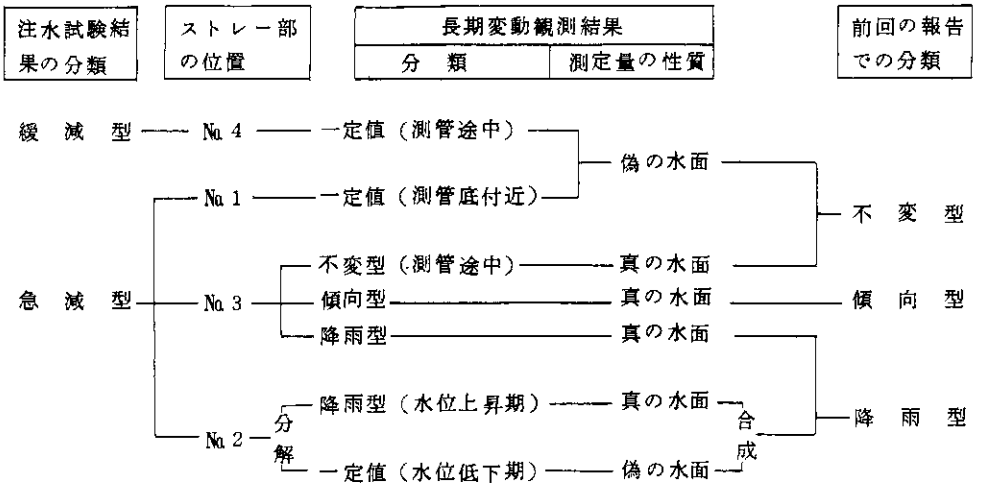
①　No.4の位置：ストレーナ部の周辺は不透水層なので，測管内の注入水はほとんど浸透せず，非常な長期間にわたって徐々に減少する（緩減型と仮称）．

②　その他の位置：ストレーナ部の周辺は亀裂透水層なので，注入水は急速に減少する（急減型）．

3.7　ま　と　め

3章で述べたことを表－1に一覧する．表には前報の内容との対照も付記し，その修正とする．また，各測点の諸元と，表－1に基づいて分類した測定結果を表－2に一覧する．

表1．試験結果の定性的分類



表－2　各測点の性格と試験結果

孔No.	地点の性格	測点No.	ストレーナー部			試験結果の分類		備考
			埋設深さ(m)	周辺土層	位置No.	注水試験	長期変動観測	
D3b	斜面下部	1	28.9～29.8	C37炭層	2	急	水位上昇期 ― 降雨 水位低下期 ― ／	事故により観測中断
		2	14.3～16.3	硬い砂岩	3	／	降雨	
D4b	尾根筋中部	1	50.6～52.8	C36炭層	3	急	降雨＋傾向	
		2	26.8～27.8	C37炭層	4	緩	／	
		3	21.0～22.5	硬い砂岩	1	急	／	
		4	14.0～15.0	硬い砂岩と硬い砂質頁岩との境界	3	急	不変	
D5b	尾根筋中部	1	33.2～34.7	C37炭層	1	急	／	
		2	18.5～20.0	硬い砂岩	2	急	水位上昇期 ― 降雨 水位低下期 ― ／	
		3	5.9～7.3	C37～C38中間無名炭層	3	急	降雨	
D6b	尾根筋上部	1	38.5～40.0	C37炭層	3	急	傾向	
		2	15.4～16.4	硬い砂岩	1	急	／	
D7b	斜面下部	1	9.4～10.8	C37炭層	3	急	降雨	
D10b	沢筋上部	1	33.5～35.0	C37炭層	2	急	水位上昇期 ― 降雨 水位低下期 ― ／	
		2	22.0～23.1	レキまじり粘土	4	緩	／	
		3	15.3～16.8	もろい砂岩	3	急	不変	
D11b	沢筋上部	1	41.8～43.6	C37炭層	3	急	降雨	
		2	31.6～34.3	粘土まじり頁岩	2	急	水位上昇期 ― 降雨 水位低下期 ― ／	
		3	15.8～16.8	C37～C38中間無名炭層	3	急	不変（少し降雨）	
備考						／は非測定	／は偽水面	