

1970年における地盤沈下のあらまし

篠崎 律哉* 遠藤 毅* 山田 信幸*
 行徳 智好* 川島 真一**

(*土木技術研究所地象部(兼務) **土木技術研究所地象部)

1 まえがき

東京の下町低地帯における地盤沈下現象が見出されてからすでに40余年が経過している。この沈下による海面以下の土地の出現や構造物・地下埋設物への影響は大きな社会問題となっている。

そのため、東京都は、①一等水準測量、②観測井による地下水位及び地層収縮の観測、③地質及び土質調査、④地下水調査、⑤揚水量調査等を実施して、地盤沈下の実態及び沈下機構の究明をしている。この報告は、それらの諸調査結果を1970年についてまとめたものである。

2 地盤沈下実態調査結果

(1) 水準測量

ア 沈下状況

地盤沈下地域及び周縁地域の一等水準測量による1年間の沈下状況はつぎのとおりである(図1・2)。

① 江東地区 隅田川沿いには沈下量が小さく、東部へ向かい大きくなり、荒川沿いでは約10cm沈下している。この地区における最大沈下量は15.97cmである(1969年は20.56cm)。

② 荒川以東地区(足立、葛飾区) 足立区の北部で沈下量が大きく10cmをこえているが、他の地域は4~6cmである。江戸川沿いは沈下量が小さい。この地区の最大沈下量は13.89cmである(1969年は12.27cm)。

③ 荒川以東地区(江戸川区) 沈下量は北部の総武線付近で6cmであるが南部へ向かうに従って増加し、葛西海岸付近では18cmである。この地区の最大沈下量は18.45cmである(1969年は20.19cm)。

④ 隅田川以西地区(北部) 沈下量は板橋区西部の成増付近で大きく13cm以上であり、他の地域では4~8cmである。この地区の最大沈下量は13.78cmである(1969年は8.95cm)。

表1 地盤沈下地域とその広さ

(単位 km²)

地区名	区 域	1970 沈下した概略面積				1969 沈下した概略面積				1968 沈下した概略面積			
		1 cm 以上	2 cm 以上	5 cm 以上	10 cm 以上	1 cm 以上	2 cm 以上	5 cm 以上	10 cm 以上	1 cm 以上	2 cm 以上	5 cm 以上	10 cm 以上
江東地区	江東、墨田の 全区と江戸川 区の一部	45.3	38.2	20.6	5.6	47.0	31.8	28.2	7.0	47.0	40.3	21.1	8.6
荒川以東 地区		129.3	122.3	85.6	19.9	120.4	111.8	80.7	13.1	129.0	129.0	97.4	17.8
足立方面 江戸川方 面	足立、葛飾の	87.2	83.2	60.8	9.9	80.0	71.6	59.6	2.4	85.6	85.6	68.8	5.2
	全区江戸川区	42.1	39.1	24.8	10.0	40.4	40.2	21.1	10.7	43.4	43.4	28.6	12.6
隅田川以 西(北部) 地区		135.4	114.2	58.8	7.3	127.2	68.2	24.4	0	120.0	77.0	45.9	3.4
低 地 部 台 地 部	北、板橋、荒 川各区の低地	31.2	27.3	13.2	0.3	26.2	19.4	7.0	0	31.0	15.1	9.9	0
	北、板橋、練 馬、豊島、中 野各区の台地	104.2	86.9	45.6	7.0	101.0	48.8	17.4	0	89.0	61.9	36.0	3.4
計		310.0	274.7	165.0	32.8	294.6	211.8	133.3	20.1	296.0	246.3	164.4	29.8

図3 地盤高 (1971年2月) (基準面A. P. 単位: m)

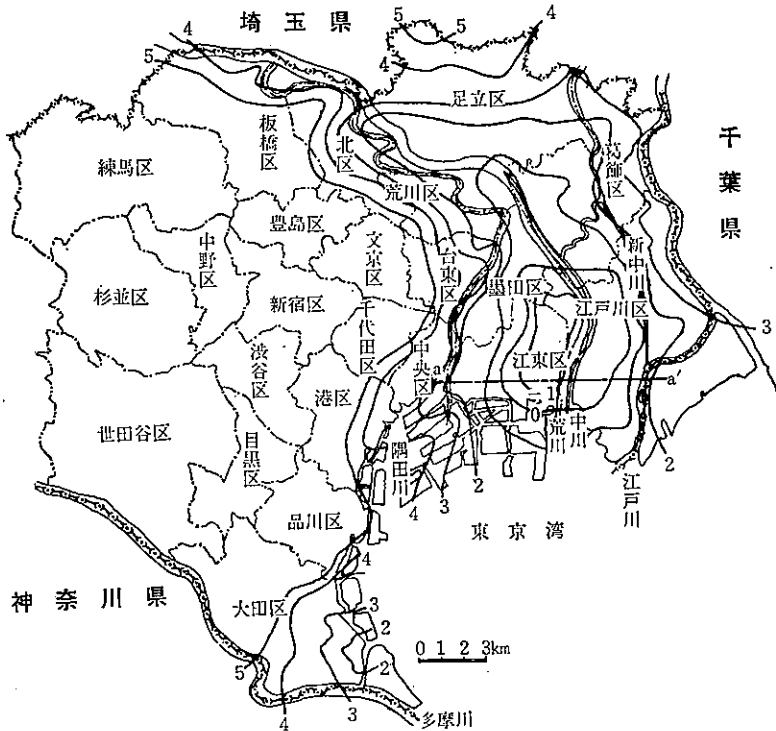


図4 地盤変動概念図 (1950年度~1970年度) 江東区福住一江戸川区江戸川 a-a' (東西)

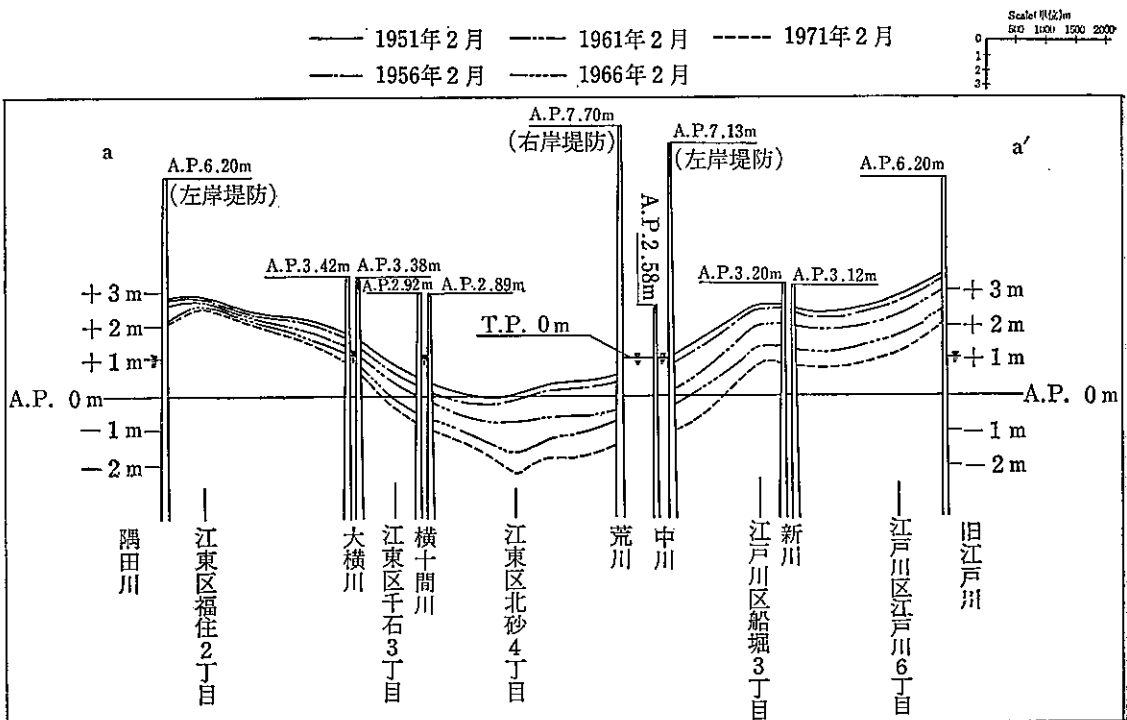
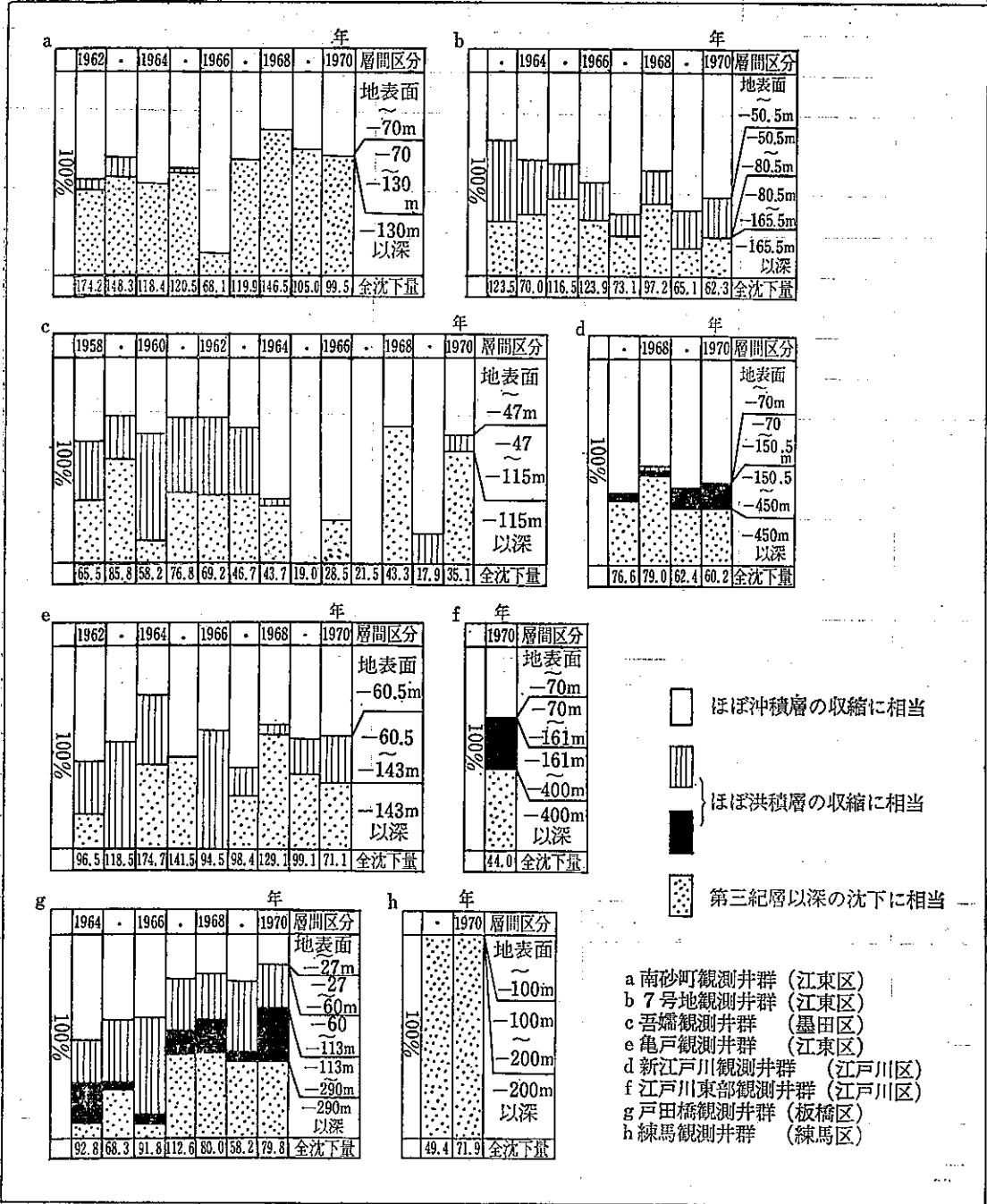


図6 層別収縮の割合



(注) 全沈下量とは地表面の沈下量をいう (単位 mm)。

表3 観 測 所

No.	地 点	鉄 管 番 号	観測所または測定所	所 在 地
1	1	研 1	日 比 谷	千代田区日比谷公園内
2	2	" 2	隅 田	台東区隅田公園内
3	3	港湾 1	7号地第1	江東区7号埋立地
4		" 2	" 第2	"
5		" 3	" 第3	"
6	4	研 3	深 川	江東区深川公園内
7	5	" 4	砂 町	" 南砂6丁目3—13 第3砂町小学校内
8	6	" 15	南 砂 町	" " 3丁目14—17
9		" 23	南 砂 町 第2	" " "
10	7	" 9	数 矢	" 富岡1丁目18 数矢小学校内
11	8	" 5	大 島	" 大島4丁目18 大島中央小学校内
12	9	" 12	亀 戸 第 戸	" 亀戸9丁目
13		" 22	亀 戸 第 2	" "
14	10	" 7	吾 孺 第 1	墨田区立花4丁目22 東吾孺小学校内
15	11	" 13	" A	" " 5丁目6
16		" 16	" B	" " "
17	12	" 6	" 第 5	" 八広4丁目35 第5吾孺小学校内
18	13	" 10	江 東 橋	" 江東橋3丁目5—16
19	14	研 29	新江戸川第1	江戸川区松島2丁目15 江戸川高校内
20		" 30	" 第2	"
21		" 31	" 第3	"
22	15	" 8	江 戸 川	江戸川区松江3丁目1 松江図書館内
23	16	" 28	小 岩	" 上一色町
24	17	" 32	新 足 立	足立区中央本町1丁目3 足立高校内
25	18	" 37	西 伊 興	" 西伊興町56の4
26	19	" 41	高 砂	葛飾区高砂4丁目3 高砂北公園内
27	20	" 42	神 明 南 第 1	足立区神明南町169
28		" 43	" 第 2	"
29		" 44	" 第 3	"
30	21	" 45	宮 城 第 3	足立区宮城2丁目
31	22	" 24	戸 田 橋 第 1	板橋区舟渡4丁目14
32		" 25	" 第 2	"
33		" 26	" 第 3	"
34		" 27	" 第 4	"
35	23	" 33	新 宿	新宿区百人町4丁目450
36	24	" 36	板 橋	板橋区富士見町19
37	25	" 34	練 馬 第 1	練馬区谷原4丁目20
38		" 35	" 第 2	"
39	26	" 38	江 戸 川 東 第 1	江戸川区江戸川3丁目
40		" 39	" 第 2	"
41		" 40	" 第 3	"

(注) ○ 測定所 (計器がついていない)
 × 港湾局所管

一 覧 表

(1971年8月現在)

設 置 年 月	鉄管深さ (地表面より) m	鉄管径 cm	ストレーナー位置 (鉄管上端より) m	備 考
1941.	32.0	10.0	—	○
1941.	36.0	〃	—	○
1961. 11	50.5	15.0	—	×
〃	80.5	20.0	75.5~ 80.5	×
〃	165.5	15.0	—	×
1940.	35.0	10.0	—	○
	45.0	〃	—	○
1954. 5	70.0	20.0	66.5~ 71.5	
1961. 3	130.0	〃	126.0~131.0	
1938.	35.0	10.0	—	○
1941. 12	44.0	〃	—	
1952. 6	60.5	20.0	56.6~ 61.6	
1961. 6	143.7	〃	139.7~144.7	
	36.0	10.0	—	○
1953. 5	47.0	20.0	43.5~ 48.5	
1955. 6	115.0	〃	109.5~116.5	
	34.0	10.0	—	○
	35.0	〃	—	○
1963. 12	70.5	〃	60.8~ 71.3	
〃	150.5	20.0	129.8~151.3	
1966. 2	450.2	10.0	314.1~347.1	
1941. 12	55.0	〃	—	
1963. 8	55.5	20.0	47.2~ 55.2	
1968. 3	270.0	〃	224.0~234.0	
1970. 3	96.0	〃	85.0~ 90.0	
1971. 3	124.0	〃	119.0~124.0	
〃	110.0	〃	100.0~105.0	
〃	180.0	〃	171.0~178.0	
〃	380.0	15.0	305.0~315.0, 326.0~331.0	
〃	450.0	〃	226.0~246.0	
1961. 6	290.0	10.0	258.4~268.4	
1961. 11	113.0	〃	103.4~113.4	
1962. 10	60.0	20.0	50.7~ 58.7	
1961. 11	27.0	10.0	—	
1969. 1	130.0	20.0	114.0~124.0	
1969. 3	270.0	〃	242.5~252.5	
〃	100.0	〃	87.0~ 97.0	
〃	200.0	〃	185.0~195.0	
1970. 3	70.0	〃	62.0~ 67.0	
〃	161.0	〃	150.0~160.0	
〃	400.0	15.0	291.0~306.0	

(2) 地層収縮及び地下水位の観測

下町低地帯を中心に都内23地点(表3, 図5)に配置された36井の基準鉄管により地層の収縮量を測定している。また, 36井のうち23井は地下水位の観測ができるようになってきている。それらの測定結果はつぎのとおりである。

ア 基準鉄管の沈下状況

図6は都内に設置されている観測井のうち観測井群(同一地点に深度の異なる基準鉄管が設置してあり, 深度別の収縮量が観測されている)による地層収縮の割合を示したものである。この図によると, 低地部では戸田橋(図6・g)を除き, いずれも地盤沈下量のうち沖積層の収縮量が約50%を占めている。また, 第三紀層の沈下量が占める割合も20~60%と大きい。洪積層の収縮量が占める割合は, 江東地区では7号地(図6・b), 亀戸(図6・e)は約20%であるが, 南砂(図6・a), 吾嬬(図6・c)では最近収縮していない。荒川以東地区(図6・d・f)については, 洪積層上部(-70~-160m)の収縮がなく下部(-160~-450m)で約20%である。戸田橋(図6・g)では約30~40%である。

最近, 問題となっている台地部では, 練馬(図6・h)によると地表面~-200m間の収縮がなく, 地盤沈下は-200m以深で起こっている。

イ 地下水位の変動状況

1969年12月31日から1970年12月31日の1年間の地下水位変動を各地区別にみるとつぎのとおりである。

① 江東地区 亀戸では0.15~0.34m水位低下したが, 他の観測井ではわずかに上昇している。

② 荒川以東地区 全観測井の水位が0.17~2.93m低下している。

③ 隅田川以西地区 低地, 台地とも全観測井の水位が低下しており, 0.73~3.57mである。

このように地下水位は調査地域全般にわたり低下している。水位はいずれも東京湾中等潮位のゼロメートル以下にあり, 板橋, 足立, 墨田区では-50mをこえ, とくに足立区宮城2丁目では-60mである。

3 地盤沈下関連調査

地盤沈下関連調査として, 土質, 地質, 地下水調査を実施しているが, そのうち地質, 地下水調査結果の概略

はつぎのとおりである。

(1) 地質の概要

東京都内の地質は, 下位から上位へと第三紀層, 洪積層, 沖積層の順に成層しているが台地では沖積層を欠いている。

ア 第三紀層

第三紀層は東部ではおもに砂質泥岩からなる。この砂質泥岩層の分布は南西の世田谷区方面へ向かって徐々に浅くなる。しかし, 足立区新田と世田谷区玉川付近を結んだ線(A-A'線)の西側では砂層が発達している。帯水層の点からみると, この線の東部の砂質泥岩は難透水層であるが西部の砂層は透水性がよく主要帯水層となっている。

イ 洪積層

洪積層は第三紀層の凹凸を覆って分布しており(図7), その境界面は大田, 世田谷区では浅くT. P. ほぼゼロメートル付近にあるが, 北東へ向かい深くなり葛飾区では-400mをこえる。洪積層の層相は台地部では最上部にローム層が分布し, その下位に粘土・砂・砂礫の互層が発達している。低地部ではローム層が欠失しているが, 台地部同様に粘土・砂・砂礫の互層が発達している。都内の主要帯水層はこの洪積層であり, とくに低地帯の地盤沈下の原因である地下水はこの層から汲み上げられている。

ウ 沖積層

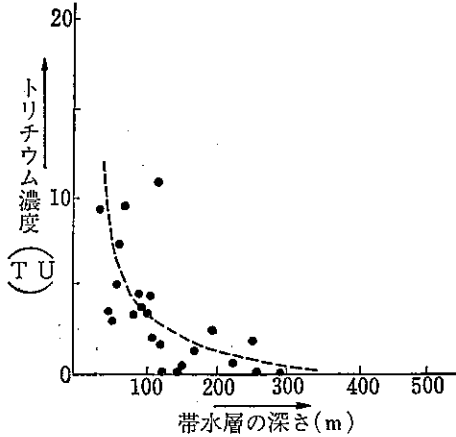
沖積層は下町低地帯全域の表層に広く分布し, 厚さは約30mであり, 荒川河口付近では厚く約40mある。沖積層の層相はおもに軟弱粘土層からなり地盤沈下量の大半はこの層の収縮による。

(2) 地下水

ア 水質

下町低地帯を中心に約70井の深井戸についてナトリウム等16項目の水質分析を実施した。それらのうち, 分布傾向に特徴があるナトリウムイオン, 塩素イオン濃度をみると(図8), 東京湾に面した江東区, 江戸川区の地下水には500ppm以上のナトリウムイオン, 塩素イオンが含まれている。このように臨海部のナトリウムイオン, 塩素イオンが高いことは, 内陸部の彼田地下水圧低下により地下水が塩水化していることを示すのであろう。

図9 トリチウム濃度と帯水層の関係



イ トリチウム濃度

水素の同位体であるトリチウムは、宇宙線の作用によって大気中で生成され、半減期は12.262年である。このトリチウムは降水の際に地表に達し、地下水中に浸透する。降水中のトリチウム濃度は10~30TU*であったが、1954年以降の核爆発実験により濃度が増加し現在は約100TUと計測されている。地下へ浸透したトリチウムはつぎの法則により衰変する。

$$T = T_0 e^{-\lambda t}$$

*TU は Tritium Unit の略で 1 TU = 1 Tatom/10¹⁸ Hatoms

T: 地下水中のトリチウム濃度

T₀: 雨水中のトリチウム濃度

λ: 衰変定数

t: 地下浸透時間

下町低地帯における深層地下水のトリチウム濃度は0.3~10TUである。この数値は上式によると20~100年前に浸透した雨水ということになる。帯水層別の地下水のトリチウム濃度は図9に示すように帯水層が深いほど低くなっている。したがって深層部の地下水には、その後の降水の補給がきわめて少なく、100年以上も前の降水による古い地下水である。このことから、現在、東京の下町低地帯においては、地下水への補給量をはるかに上回る汲み上げが行なわれているといえる。

4 地盤沈下現況の要約

(1) 江東地区 (図10(a))

1961年1月から工業用地下水、1963年7月から建築物用地下水の揚水規制実施により、井戸の新設が禁止され、1966年1月と6月の2期にわたる工業用水道の竣工にともない既設井の揚水も禁止された。このような揚水規制により地下水位は上昇し、沈下量も減少した。しかし、1970年は地下水位の変動がほとんどなく、沈下量は1969年にくらべると、荒川河口付近では減少したが、全域的にみると増減はない。

(2) 荒川以東地区 (江戸川区) (図10(b))

図10(a) 地下水位変動と地盤沈下量 (江東地区)

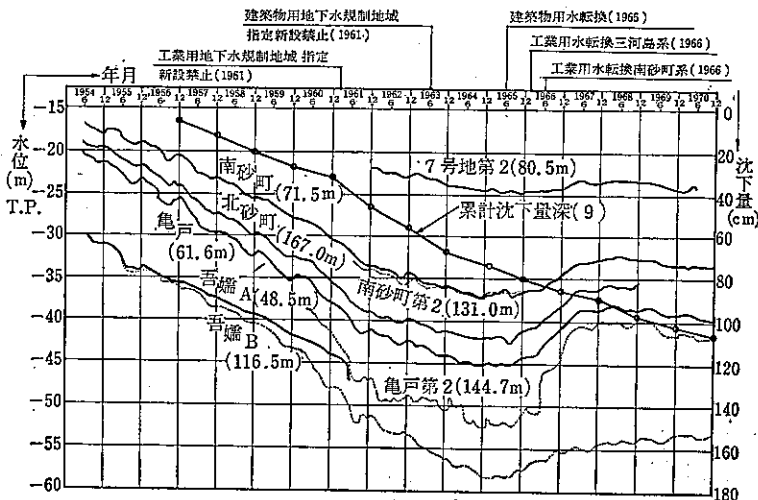


図10(b) 地下水位変動と地盤沈下量
(荒川以東地区(江戸川区))

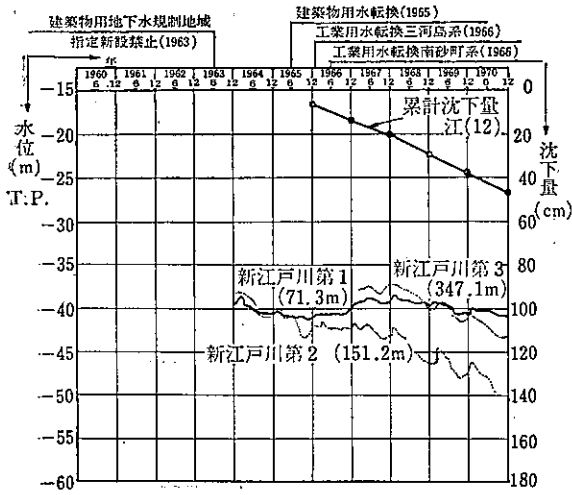


図10(c) 地下水位変動と地盤沈下量
(荒川以東地区(足立, 葛飾区)と隅田川以西地区(北部))

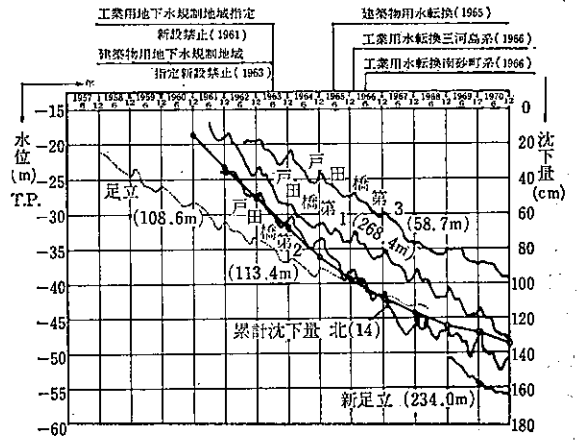
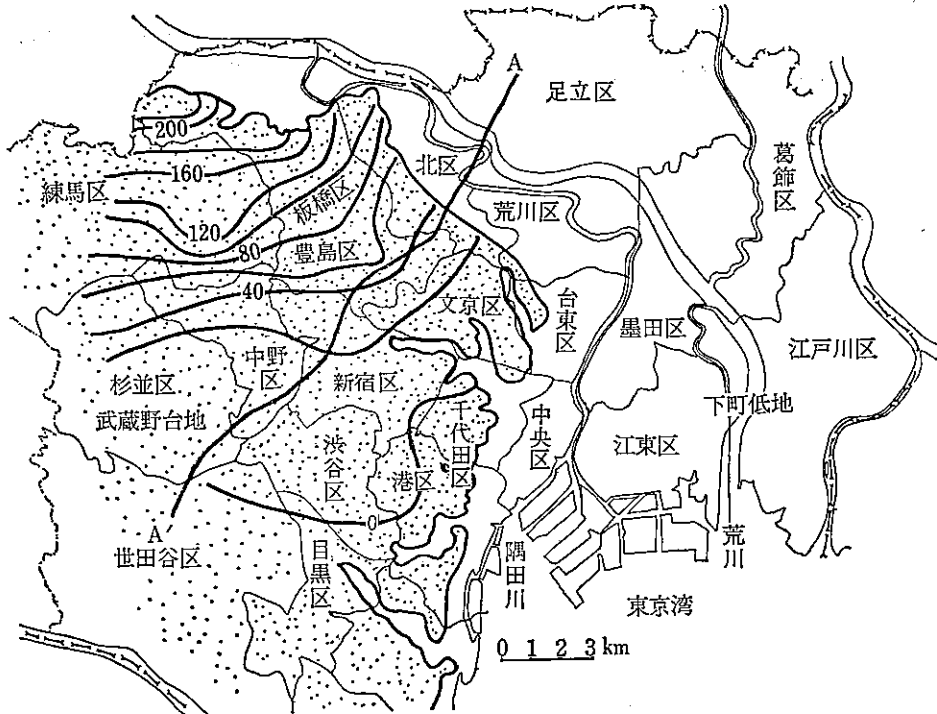


図11 台地部の沈下



建築物用地下水の揚水規制は江東地区と同時に行なわれたが、工業用地下水の揚水規制は行なわれていない。数年来地下水位は低下傾向にあり、沈下量は毎年同程度であったが、1968年は大幅な沈下量の増大をみた。しかし、1969年には地下水位の低下にもかかわらず沈下量は

減少した。1970年は地下水位は1969年とほぼ同一の低下傾向を示し、沈下量も1969年と同程度である。

(3) 荒川以東地区(足立, 葛飾区)と隅田川以西地区(北, 板橋, 荒川区) (図10(c))

建築物用地下水の揚水規制は江東地区と同時に行なわ

れた。工業用地下水の揚水規制は荒川区については江東地区と同時にこなされたが、荒川区以外の足立、葛飾、北、板橋の4区は1963年7月一定基準をこえる井戸の新設が禁止されている。地下水位と沈下量は、1961年以降の江東地区を含む一連の揚水規制により、未規制時にくらべて好転した。1969年には地下水位は全般的に低下しているにもかかわらず沈下量が減少した。1970年には地下水位は低下し、沈下量が増加した。

(4) 台地部の沈下(図11)

地盤沈下による被害や対策の面からみると、東京湾に面した下町低地帯が一番問題になる。しかし、ここ数年來、板橋区や練馬区の台地が1年間に10cmも沈下していることは、河川、排水等に対する影響を考えると放置できない問題である。そこで、この現象について二、三の検討を試みた。

① 台地部の沈下を地質構造との関係からみると、沈下量の大きい地域はA—A'線の西側にある。

② この地域では深井戸の抜け上り現象が認められておらず、さらに観測井の記録(図6・h)からみて、洪積

層の沈下よりも第三紀層の沈下による疑いがもたれる。

5 あとがき

1970年の調査によると、地盤沈下はいぜんとして進行しており、ゼロメートル地帯の面積も拡大しつつある。一方、地質学的にみると、全地盤沈下量の半分は沖積層であるが深層部の沈下量が占めている割合が30~50%と大きい。この深層沈下については、実態と原因の究明を急がねばならない。

参 考 資 料

- 1 東京都土木技術研究所(1971) 昭和45年度地盤沈下調査報告
- 2 _____(1971) 東京における地盤沈下調査概要——地質と地下水——
- 3 _____(1962) 東京都地質図集 一1
- 4 _____(1971) 水準基標測量成果表(昭和45年度)