

# IV-8

## 地盤沈下・地下水収支シミュレーションの千葉県における適用例

千葉県公害研究所地盤沈下研究室

正員 ○古野邦雄

同 上

原 雄

同 上

榎井 久

### 1. まえがき

千葉県においては、地盤沈下・地下水障害等と起こす、また地下水の有効利用検討のための1手法として、シミュレーション手法が活用されてきた。これまで千葉県内で実施してきた主なシミュレーションは、天然かさん水を対象としたものに、船橋地域(断面2次元・548)、茂原南西部地域(断面2次元・552)、南白鹿地域(3次元・553)、山武地域(3次元・554)、栗山地域(準3次元・554)等がある。地下水を対象としたものに、市原地域(断面2次元・547, 準3次元・554)、東葛地域(準3次元・断面2次元・554)、夢南地域(準3次元・554)等がある。また地下水・天然かさん水両者を対象としたものに千葉地域(断面2次元・549)がある。ここでは東葛地域での実施例について述べる。

東葛地域では、近年人口の増加が著しく、今後も水需要の増加が予想されている。そこで、この地域における地盤沈下等の地下水障害の防止を前提としながら地下水資源の保全と有効利用をはかるための基礎的検討材料としてシミュレーションを実施した。

### 2. 基本方程式

地盤沈下・地下水収支シミュレーションは、大きくは、地下水収支計算と地盤沈下計算の2つからなっている。

地下水の運動方程式は次式であらわされる。

$$K_{xx} \frac{\partial^2 h}{\partial x^2} + K_{yy} \frac{\partial^2 h}{\partial y^2} + K_{zz} \frac{\partial^2 h}{\partial z^2} = S_0 \frac{\partial h}{\partial t} + W \quad (1)$$

ただし、 $K_{xx}$ ,  $K_{yy}$ ,  $K_{zz}$ :  $x$ ,  $y$ ,  $z$  方向の透水係数,  $S_0$ : 比貯留係数,  $W$ : 揚水率(かん養率),  $h$ : 水頭である。また、地層の収縮量は次式で計算される。

$$S = \alpha \cdot m \cdot \Delta p \quad (\alpha = m \nu) \quad (2)$$

ここで、 $S$ : 地層収縮量,  $\alpha$ : 地層の等直方向圧縮率,  $m$ : 地層の厚さ,  $\Delta p$ : 水頭変化量,  $m \nu$ : 地層の体積圧縮係数である。

準3次元水収支モデルの場合は次式を使用する。

$$T_{xx} \frac{\partial^2 h}{\partial x^2} + T_{yy} \frac{\partial^2 h}{\partial y^2} = S \frac{\partial h}{\partial t} + W, \quad W = Qd - L, \quad L = \frac{K'}{b'} (H - h) \quad (3)$$

ただし、 $T_{xx}$ ,  $T_{yy}$ :  $x$ ,  $y$  方向の透水量係数,  $S$ : 比貯留量,  $Qd$ : 揚水率,  $L$ : 漏水量,  $K'$ : 加圧層の透水係数,  $b'$ : 加圧層の厚さ,  $H$ : 浅層地下水位である。

### 3. 地下水盒の構造

とりあつかう地下水盒としては、地下200m付近から地上付近にまで発達している下地層群を対象とした。層相は礫層、砂層、泥層の互層であり、泥層は連続性がよく全部を6層発達する。帯水層としては、地下35~50m付近に発達するK5泥層を境として浅層帯水層と深層被圧帯水層に区分することができる。

### 4. 地下水利用量

東葛地域全体の地下水の利用状況は表-1のとおりで、昭和41年には3300万 $m^3/y$ であったものが、昭和51年には9100万 $m^3/y$ と約2.7倍になっている。用途別内訳は工業用と水道用を合わせると全体の7割強を占めている。市町村別揚水量は、柏市以外では昭和48年が最も多く、柏市では昭和51年が最も多くなっている。これは、工業

用としての利用が昭和48年以降停滞しているのに対して、栢市では水道用、農業用が48年以降も増加していることによる。

DISCHARGE RATE OF TOOKATSU AREA ( 1000M<sup>3</sup> )

|     | 42    |      | 43    |      | 44    |      | 45    |      | 46    |      | 47    |      | 48    |      | 49    |      | 50    |      | 51    |      |
|-----|-------|------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|------|
|     | 揚水量   | 井戸本数 | 揚水量   | 井戸本数 | 揚水量   | 井戸本数 | 揚水量   | 井戸本数 | 揚水量   | 井戸本数 | 揚水量   | 井戸本数 | 揚水量   | 井戸本数 | 揚水量   | 井戸本数 | 揚水量   | 井戸本数 | 揚水量   | 井戸本数 |
| 工業用 | 1256. | 156  | 1523. | 189  | 2040. | 227  | 2112. | 271  | 2469. | 307  | 2653. | 356  | 3079. | 396  | 3120. | 432  | 2962. | 436  | 3063. | 426  |
| ビル用 | 243.  | 38   | 317.  | 46   | 488.  | 59   | 545.  | 79   | 604.  | 33   | 704.  | 109  | 759.  | 125  | 773.  | 129  | 703.  | 131  | 697.  | 133  |
| 水道用 | 1144. | 76   | 1386. | 98   | 1771. | 115  | 1989. | 140  | 2615. | 165  | 2857. | 190  | 3318. | 203  | 3435. | 227  | 3661. | 233  | 3973. | 233  |
| 農業用 | 536.  | 77   | 615.  | 91   | 776.  | 104  | 972.  | 114  | 1094. | 123  | 1273. | 142  | 1470. | 162  | 1443. | 196  | 1489. | 190  | 1327. | 178  |
| その他 | 133.  | 7    | 138.  | 7    | 172.  | 8    | 172.  | 8    | 172.  | 3    | 172.  | 3    | 166.  | 13   | 173.  | 10   | 37.   | 10   | 29.   | 9    |
| 計   | 3313. | 354  | 3979. | 431  | 5248. | 513  | 5691. | 612  | 6455. | 731  | 7871. | 846  | 8792. | 942  | 9551. | 944  | 9857. | 1000 | 9039. | 979  |

表－1 東葛地区揚水量

### 5. 地下水位

昭和51年の主要帯水層の地下水位は、野田工業団地・同市街部および南部、栢工業団地・同市街部および南部、我孫子市平賀沼北側に水位低下地域が見られ、値は-15～-20m (T.P)である。水位低下量は、昭和42年に比較して15～25mの低下であり、野田市周辺に比較して、栢市周辺の方が水位低下が大である。地下水の揚水とも関連して、水位低下のピークは昭和48年にあり、それ以降の水位は、わずかながら上昇あるいは横ばい状態が主である。

### 6. 沈下量

水準測量は、昭和43年から野田市、流山市で開始され、栢市で昭和49年から我孫子市で昭和50年から開始された。図-1に昭和43年～昭和51年の沈下の状況を示したが、それによると東葛地域内で沈下量の最も大きな地区は野田市街地で10年間で累計沈下量は24cmである。

### 7. シミュレーション

シミュレーションは、断面2次元地盤沈下シミュレーションおよび準3次元水収支シミュレーションを実施した。断面2次元地盤沈下シミュレーションの実施地域は図-2のようである。モデルの大きさは、 $\Delta x = 1000m$ 、 $\Delta y = 3000m$ 、 $\Delta z = 10m$ のセルを3方向に32コ、3方向に40コ積み重ねたものとし、地層は3層に区分して帯水層係数を定めた。応答の一部(野田市街地)は図-3に示したとおりである。

### 8. 問題点

この地域においては、計算値を検証するための沈下量の実測データが少なく、今後もっと広い範囲で地盤沈下の実態についてとらえていく必要がある。そのうえで、地盤沈下のメカニズムを含めた再検討が必要であろう。

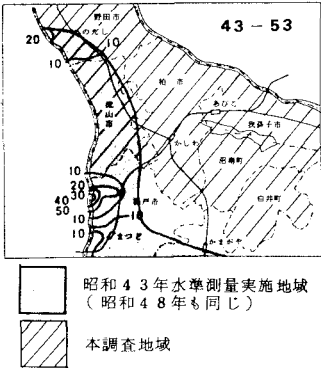


図-1 地盤沈下の状況

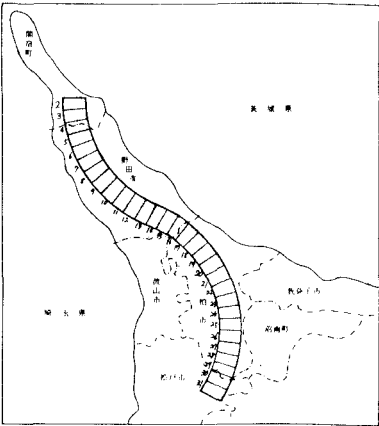


図-2 断面シミュレーション実施地域

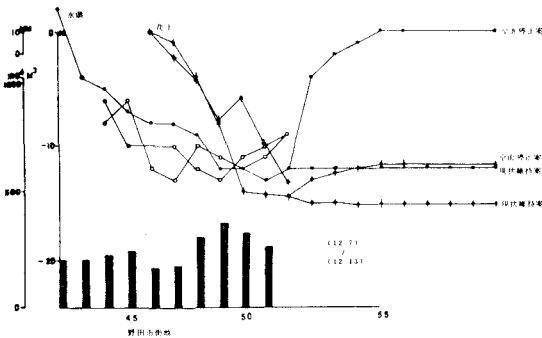


図-3 代表地点における水頭変化と沈下量