

(1) 住宅地スケールの開発が水循環 に及ぼす影響の評価

MODELING OF HYDROLOGICAL CHANGE DUE TO HOUSING DEVELOPMENT,
BASED ON GROUND SURFACE EVALUATION OF GROUND SURFACE CONDITIONS

安立 植* 虫明 功臣**

Ueru Adachi Katumi Musiake

小玉 祐一郎* 小池 雅洋**

Yuuichiro Kodama Masahiro Koike

ABSTRACT: We tried to evaluate the hydrological balance element each before and after the development work, through the researches of defining the varying hydrological balance owing to housing development in the vicinity of the ground surface and thereby setting up the modeling of hydrological balance system as based on the soil retention characteristics.

KEY WORDS: hydrological balance , housing development
soil retention characteristics

1. はじめに

一般的に、住宅地開発によって丘陵地の自然林地が造成されると、地表面が不透水面化または難透水面化されるので、地下水涵養量が減少し、洪水時の雨水流出量が増大することが知られている。都市化に伴う雨水流出量の増大については流域単位で数多くの研究がなされており、一方、近年では、雨水流出量をコントロールするための地下水涵養技術の発達も著しい。筆者らは、住宅地開発に伴う建築物や施設、緑地の配置が雨水流出量に影響を与えることを明らかにするため、表層土壌の水分保持特性に基づいて水循環モデルを構築し、開発前及び開発後の各々の水循環要素を計算によって求めることを試みた。以下に、その概要を報告する。

2. 研究方法

2. 1 表層土壌の調査

多摩丘陵内において、開発前の自然林地と開発後の住宅地を各1地区ずつ選定し、各地区内6箇所ずつ、各々4深度ごとに土壌のサンプリングを行い、自然含水試験、透水試験、水分保持特性試験を実施した。

2. 2 水循環機構のモデル化

水分保持特性試験の結果から、土壌の水分保持特性を明らかにし、タンクモデルにより水循環要素を計算し、計算結果を自然林地及び住宅地の流出量の観測記録と比較した。

3. 研究結果

3. 1 表層土壌の調査

(A) 調査地点

* 建設省建築研究所 (Building Research Institute , Ministry of Construction)

** 東京大学生産技術研究所 (Institute of Industrial Science , University of Tokyo)

水文観測資料が整備されているという条件から、自然林地は多摩ニュータウン内の長池地区（東京都八王子市別所）、開発後の住宅地は同ニュータウン内の永山地区（川崎市多摩区永山4丁目）を選定した。両地区内のサンプル採取地点を図-1に示す。住宅地地区は切土部（A、B、C）と盛土部（D、E、F）から試料を採取し、自然林地地区は谷型斜面（G、H、I）と尾根型斜面（J、K、L）に区分し各々標高の高位、中位、低位から試料を採取した。

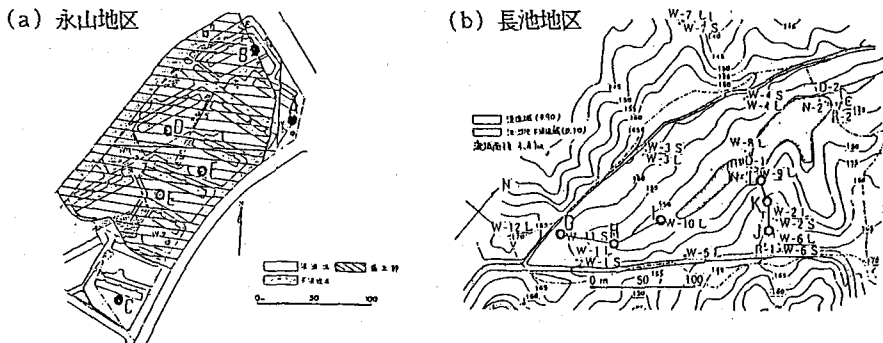


図-1 サンプル採取地点

(B) 自然含水率と透水係数

試料採取日（1985年9月7～8日）は、約2週間の無降雨日が続いた後であったために、得られた結果は夏季のかなり乾燥状態のものとみなせる。含水率の深度方向の分布をみると地表付近が乾いており深くなるほど湿潤になる。

住宅地地区の切土部では、透水係数が $10^{-3} \sim 10^{-4}$ cm/sec程度の値を示すが、盛土部では $10^{-4} \sim 10^{-6}$ cm/secの範囲で深度による規則性なくバラツキがみられる。これは、盛土素材の不均一性のためと考えられる。盛土部は、切土部に比べて透水係数が1～2オーダー低いとみなせる。

自然林地斜面では、谷型斜面の中・低位部H、Iと尾根型斜面低位部Lの深度200cm付近で 10^{-5} cm/secオーダーを示すのを例外として、深度50cm付近以深では $10^{-3} \sim 10^{-4}$ cm/sec、深度25cm付近以深では 10^{-2} cm/secと住宅地区より極めて高い透水係数の値を示す。

(C) 水分保持特性

図-2は、各深度のpF-水分曲線からpF 0、2、3で水で満たされる間隙の体積率をそれぞれ深度方向に連ねたものである。住宅地区について見ると、盛土部ではpF 0～2、3に対する間隙が切土部のそれに比べて著しく低下している。自然林地斜面では、斜面の地形上の位置によってpF-水分曲線に大きな相違は認められず、全体的にpF 0～2、3に対する間隙率が高く、特に地表付近の腐食土層において粗大間隙の割合が高い。

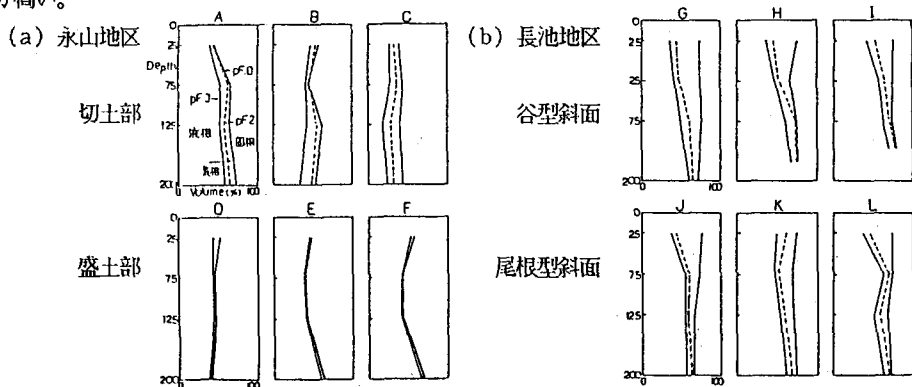


図-2 pF 0、2、3に対する体積間隙率

3. 2 水循環機構のモデル化

(A) 表層不飽和帯の表現

p F-水分曲線から図-3に示す方法により、深度2mまでの飽和水分量(Msat、p F 0)最小含水量(Mn、p F 2)及び平衡水分量(Meq、ここではp F 3)を求めた。この方法により各調査地点の水分恒数の値を表現すると図-4の通りとなる。開発後の住宅地については切土と盛土の区別が重要であること、自然林地については地形上の位置による差が小さいことがわかる。

計算に用いた水分恒数の値は、切土部及び盛土部については各地点の値を平均したもの、自然林地についてはNo. Gを除く地点の値を平均したものをを用いた。

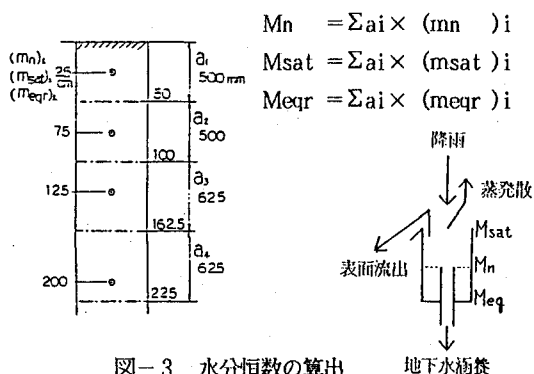


図-3 水分恒数の算出

(B) モデルの概要

永山地区、長池地区の平面図を10×10mごとにメッシュデータ化すると図-5に示す通りであり、水循環の面から見た各地区の地表面の割合は表-1に示す通りである。両地区の水循環の経路の概念を図-8に示す通りに考え、対象地区を表-1の地表区分ごとに分割し、各々タンクモデルを用い、表面流出の量、土中水分の変化、地下水涵養量、流出量を計算した。この計算において雨量は現地での観測記録を用い、蒸発量は同年月日の気象庁の観測記録を補正して使用した。

(a) 永山地区

(b) 長池地区

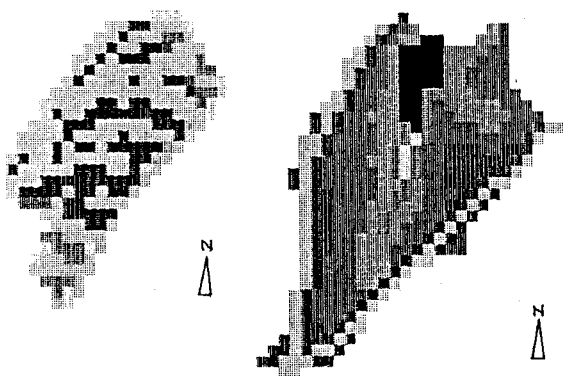
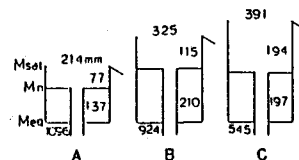


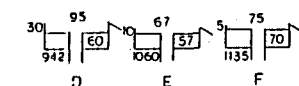
図-5 両地区のメッシュマップ

(a) 永山地区

切土部

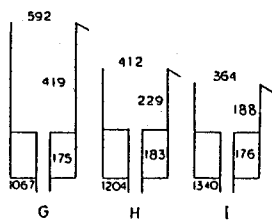


盛土部



(b) 長池地区

谷型斜面



尾根型斜面

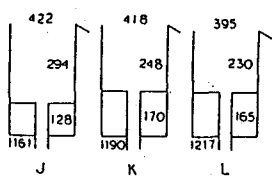


図-4 各調査地点の水分恒数の値の表現

表-1 各地区の地表面の割合

	(永山地区)	(長池地区)
敷地面積	2.77ha	4.42ha
地表面の割合		
・自然林地 (道路と隣接) (その他)	0%	75% (16%) (59%)
・切土部 (樹林) (芝)	12% (8%) (7%)	0%
・盛土部 (樹林) (芝)	32% (9%) (23%)	0%
・不透透域	56%	21% *
・難浸透域	0%	4%

*道路14%、池・湿地7%

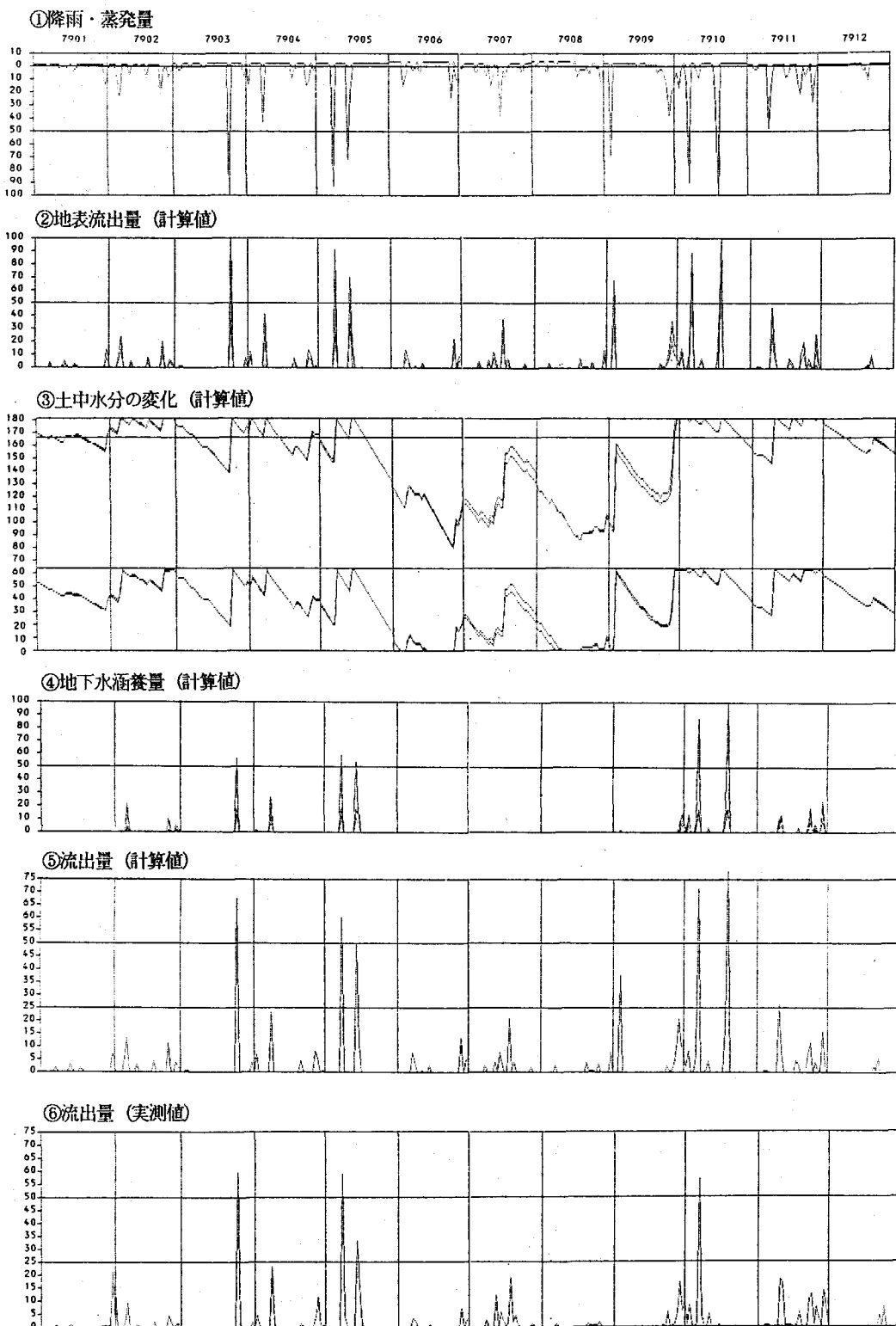


図-6 永山地区 (開発後の住宅地) の水循環要素

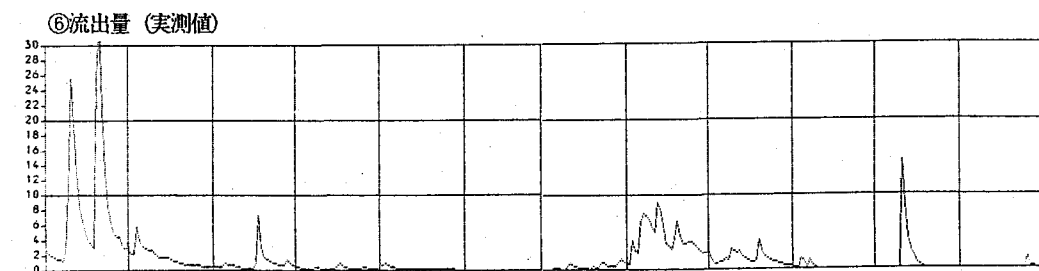
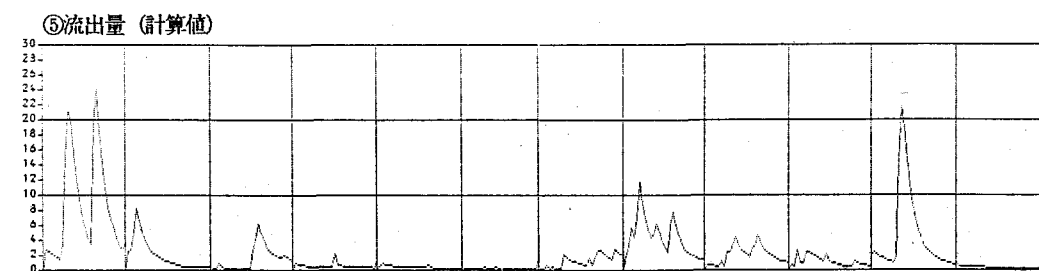
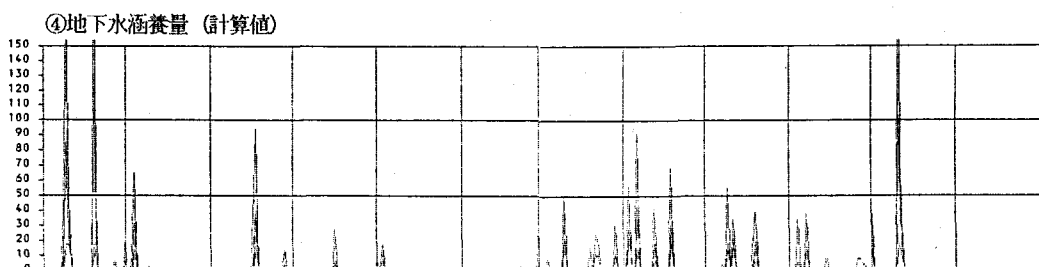
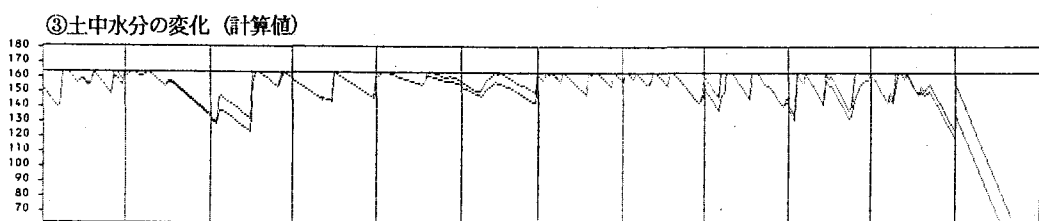
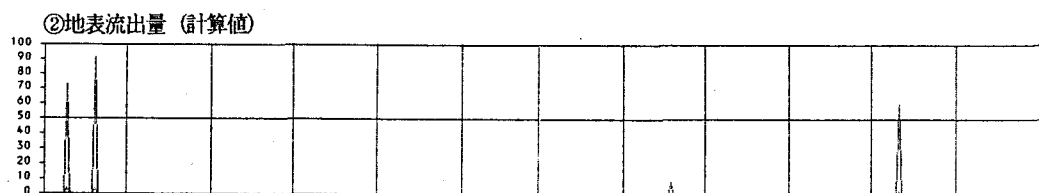
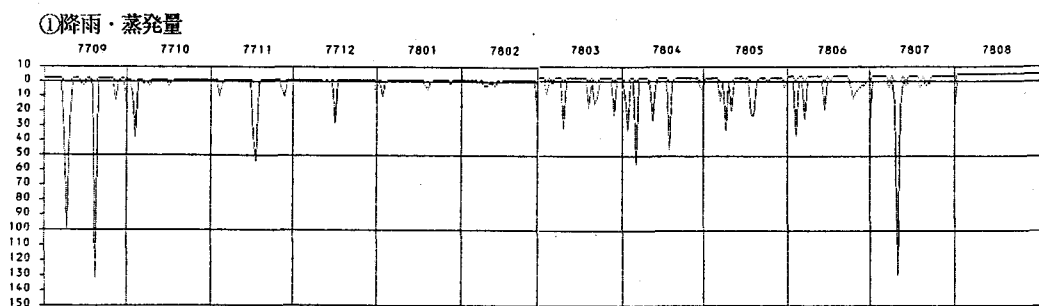


図-7 長池地区 (開発前の自然林地) の水循環要素

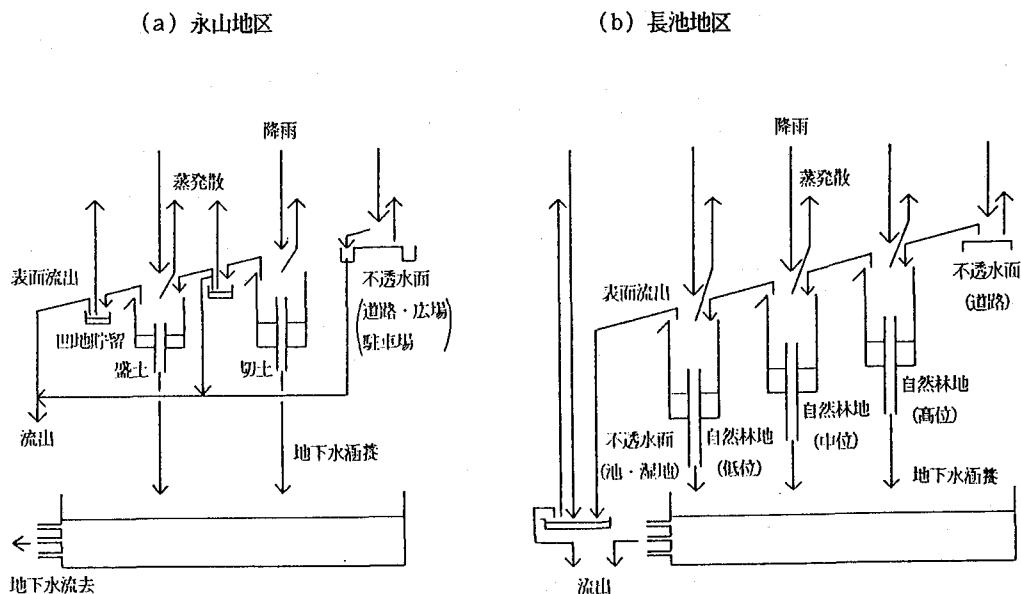


図-8 両地区の水循環の経路の概念

(C) 計算結果

図-8の水循環の経路において、表面流出は地表タンクがMsat一杯になった時発生するものとし、切土部及び盛土部においては凹地貯留の効果を各々5mm/day、不透水面においては1mm/day見込んでいる。また、不透水面への降雨は住宅地地区（永山地区）においては側溝に排水され、自然林地地区（長池地区）においては隣接する透水面のメッシュに流入するものとしている。

永山地区、長池地区の計算結果を各々図-6、図-7に示す。流出量について計算値と実測値を比較した結果、各図の⑤、⑥のグラフに示す通り、両者はほぼ対応していることが分かった。ただし、永山地区については少量の降雨時について計算値がやや大きくなる傾向があること、長池地区については計算値の方がややゆるやかな低減をとる傾向があることが認められた。これらの問題点については、今後さらに計算方法を改良してゆきたいと考えている。

4. おわりに

本報告は、表層土壌の水分保持特性（ pF -水分試験の結果）をもとに、住宅地規模での開発による水循環の変化を図-6、7のように表現できることを示したものである。今後は、計算方法及び実測値との比較の方法の改善の他、各種の住宅地の開発形態を入力して、水循環要素の変化に影響を与える要因について検討を加えていきたいと考えている。

- (参考文献) 1. (財)とうきゅう環境浄化財団研究助成No.42、1981
「多摩丘陵における水循環機構と都市化によるその変化に関する研究」
2. (株)地域開発コンサルタント 1986
「住宅地の水系の実態に関する基礎調査」