

自然教育園の水収支

(5) 集水域の変化について

菅原 十一*・三寺 光雄**

Report on the Water Balance in the Institute for Nature Study

(5) On the Change of Catchment Area

Touichi Sugawara* and Mitsuo Mitsudera**

は じ め に

最近、自然教育園周辺では、著しい都市化に伴い、地表面の不透水性化が進行している。このような不透水性地に降った雨水は、排水溝をつたって短時間に流出してしまうため、地表付近の集水として利用されなくなっている。

このため、自然教育園の集水域における不透水性地の増加は、本園の水収支、ひいては生態系にどのような影響をおよぼすのか重要な問題である。

自然教育園の水収支については、今後いろいろな方面から分析していく予定であるが、今回は、集水域及び総流出水量の、これまでの変化と現状についての調査の結果を報告したい。

1. 自然教育園及び周辺地域の概要

自然教育園及びその周辺地域の概要については、これまでの報告に記してあるので参考にされたい。今回は、水文学的立場からの概略を記したい。

今回の調査対象地域は、白金台とよばれる台地であって、台地上面の標高は 28~30m である。

この台地をはさんで、北方には西から東へ流れる渋谷川、南方には、北西から東南に流れる目黒川がある。

白金台地は、地質学的には、下末吉面上の淀橋台南部に相当する。既存ボーリング資料によると、台地部の地層は、地表より、ローム層、渋谷粘土層、上部東京層砂層及び粘土層、東京礫層、上総層群の順に層をなしている。また、ローム層下部及び上部東京層砂層などには、地下水層が存在する。この内、ローム層下部の地下水層は、不透水性の渋谷粘土層上部に雨水が浸透し、滞水してできたものと考えられている。この地下水層は地表より比較的浅いところに存在する不圧水である。以下浅層地下水層と略称する。

* 国立科学博物館附属自然教育園, Institute for Nature Study, National Science Museum

** 広島大学総合科学部, Faculty of Integrated Arts and Science, Hiroshima University

園内を除く周辺の地表面は、都市化に伴いアスファルトやビル、高速道路などによる不透水地化が進行している。

自然教育園は、この地域の一角にあって、総面積は約 20.0ha、全域が森林や湿性草原などに被覆された自然地である。

園内には鹿の角状に3つの谷が開折しており、その内、2つの谷奥部に湧水源がある。この湧水源は主に浅層地下水層より給水されると推測されている。これらの谷の途中には、せき止られた3つの池がある。

本園の東側は住宅地が隣接し、北方から西南方向にかけての外縁は、上段の首都高速道路2号線、下段トンネルの都道補助17号線からなる2階建道路により、半円形状にかこまれている。

本園の集水域については、私たちは、自然教育園報告第11号において、園内の水は、周辺からの影響がきわめて少ないことを前提とした水収支の決算について報告した。しかし、その後の調査から、厳密には、地形的、地質的状况からみて、周辺地もまだ集水域の一部として包含されると推測された。

2. 調査方法

各調査事項とその方法は次に示す通りである。

1) 原集水域の図化

対象地域における、都市化以前の地表形態と渋谷粘土層上面形態をもとに、自然教育園を中心とする原集水域を地上部、地下部を含めて決定し作図した。

なお、地表面形態は1945～1964年の間に発行された地形図をもとに、また、渋谷粘土層上面形態は、周辺より収集した既存ボーリング資料 128 地点をもとにもとめた。

2) 実集水域の図化

1982年発行の地形図 ($\frac{1}{2,500}$) をもとに、不透水性地域をもとめ、これを原集水域図より除外し作図した。

3) 現地踏査などによる確認

上記の図化にあたっては、現地踏査及び航空写真により確認を行なった。

4) 総流出量の観測

図1に示す自然教育園の流出量観測地点の内、今回はA地点の観測資料をもとにした。A地点は、園内の3水系が合流する、いわゆる自然教育園全集水域からの総流出量観測地点である。A地点では流路に設置した直角三角形せきと自記水位計により観測が行なわれている。

流出量の計算は、次式によった。

$$Q = AH^\alpha$$

ただし、Q：総流出量

H：三角せき底からの水位

A：1.343

α ：2.47

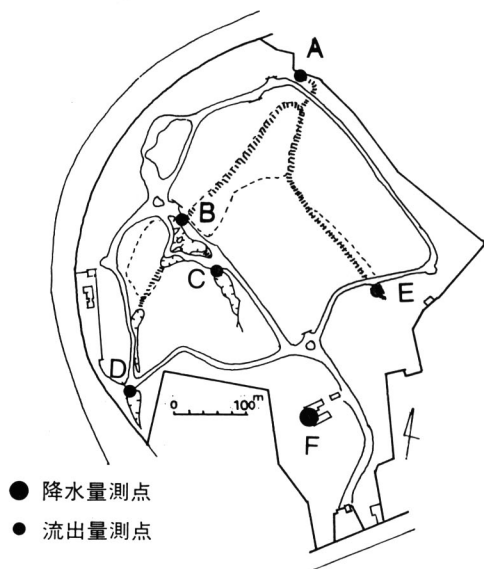


図 1. 観測地点図 (1978年現在)

3. 結果と考察

1) 集水域の変化について

集水域については、地表集水域外から地下水が流入している場合もあるので、地表付近の集水範囲は、地下水の集水域にも一致するとは限らない。

今回は、対象地域の地表形態と渋谷粘土層上面形態について検討した結果、両者の分水界がほぼ一致していることが確認された。したがって集水範囲も共通していると判断される。

図2は、都市化以前の地形図をもとに分水界を決定し、集水範囲をもとめた自然教育園の原集水域図である。

図から、原集水域の総面積は37.4haで、この内訳は、園地19.3ha、周辺地18.1haである。

特に、本園の南西側周辺には、現在の東京都庭園美術館から目黒駅付近にいたるまでの広範囲にわたる集水域が存在し、そして、園内中央部を北から南西方向に走る谷筋の最上流部は、現在の高福院墓地付近まで達していたことが認められた。

また、東南側周辺には、現在の林野庁宿舍及び白金公務員住宅から都道418号線にいたるまでの集水域が認められた。

一方、その後、自然教育園を除く周辺の地表面は、急激な都市化に伴いビルやアスファルト、高速道路などによる不透水地域が急増している。

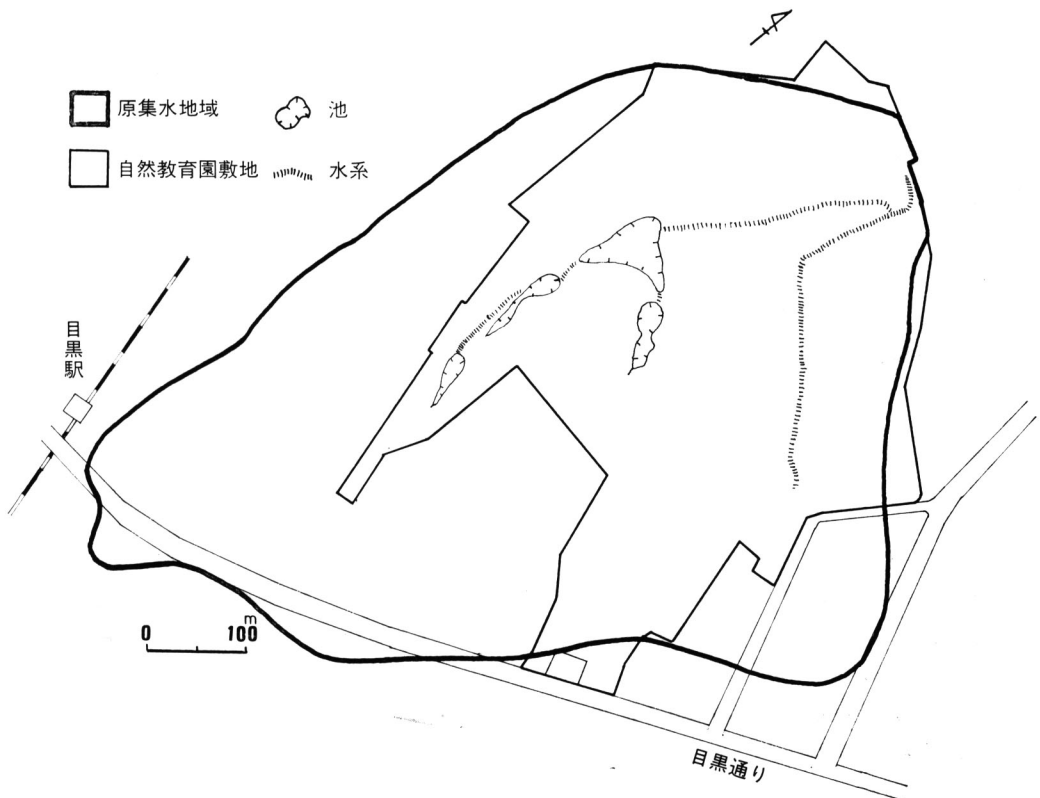


図2. 自然教育園の原集水地域

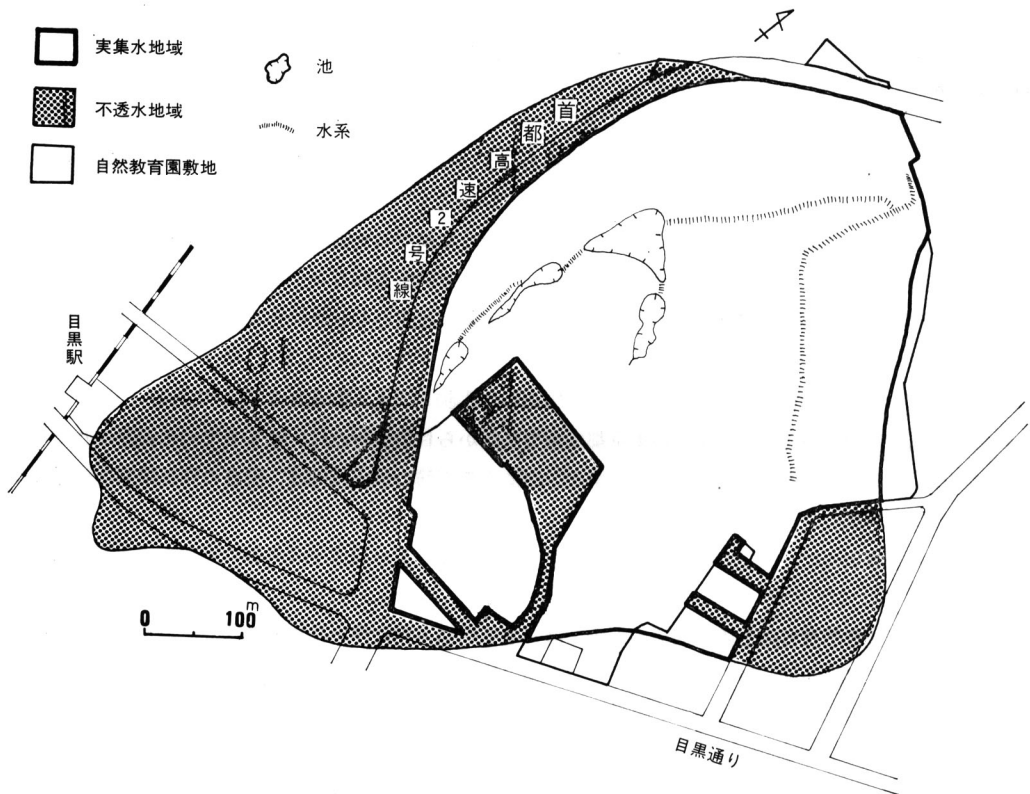


図 3. 自然教育園の実集水地域

今回は、地形図、航空写真、現地踏査などをもとに不透水地域をもとめ、原集水域図より除外して図3のような現在の集水域を決定した。

図によると、実集水域は原集水域に比較して、著しい縮少が見られる。

特に、透水地域は、本園の南西側周辺では東京都庭園美術館敷地の一部、東南側周辺では林野庁宿舍及び白金公務員住宅の一部を含むのみとなっている。

次に、自然教育園の原集水域と実集水域の比較を示す。

	総 面 積	面積降水量
原 集 水 域	37.4ha	494,680トン/年
実 集 水 域	21.5	283,800

ただし、年降水量 1,320mm（自然教育園の年平均値）とした。

すなわち、実集水域の総面積は 21.5ha。これは原集水域面積の 57% までに減少しているが、特に、周辺地の不透水地化は激しく、都市化前と比較すると15%に激減していた。

また、集水域の縮小に伴い、面積降水量は以前の57%までの減少が見込まれる。

このように、自然教育園では、原集水域面積が 37.4ha であったが、その後、著しい地表面の不透水地化により、現在の実集水域面積は 21.5ha すなわち以前の 57%に縮小していることが、この調査で明らかとなった。

こうした集水域の縮小は、直接的には集水量の減少として水収支にかかわることなので以下は、自然教育

園の水収支と集水域の関係について述べたい。

2) 水収支の現状

一般に、平年の水収支決算には、数年以上の平均値が必要とされる。しかし本園の資料整理は長期におよんでいない。

今回は、自然教育園の年平均降水量 1,320mm に比較的近似する 1977 年（年降水量 1,327mm）を平常年における例とし、また、夏季を中心に旱魃となった 1978 年（年降水量 1,018mm）を旱魃年の例として水収支の検討を行なった。

ただし、今回は年間水収支の決算を対象とし、月々の水収支決算については資料の充実をまって、別の機会に報告したい。

表 1 は、実集水域における面積降水量及び総流出量の実測値と、この値をもとに得た消失量の推定値を示す。

なお、水収支式は次式(1)により示されるが、今回の消失量の推定には、土壌貯留量が変化しないものとして、次式(2)により推定を試みた。

$$P - Et - Q - \Delta S = 0 \quad \dots\dots\dots(1)$$

$$Et = P - Q \quad \dots\dots\dots(2)$$

ただし、P：面積降水量

Et：消失量（蒸発散量など）

Q：総流出量（直接流出量＋基底流出量）

ΔS ：土壌貯留量

表 1. 現在の自然教育園の水収支

	実 測 値			推 定 値			
	降 水 量	面 積 降 水 量		総 流 出 量		消 失 量	
	mm	t	%	t	%	t	%
平 年(1977年)	1,327	285,305	100	159,953	56	125,352	44
旱魃年(1978年)	1,018	218,870	100	102,547	47	116,323	53

表 1 によると、自然教育園の平年水収支は、面積降水量 285,305 t の内、125,352 t すなわち 44% 消失し、159,953 t すなわち 56% 流出することになる。

1 年間の水収支決算は、年によって差が大きく、一概には決められないが大筋は、この値が平年値に近いと判断される。

旱魃年の例では、面積降水量 218,870 t の内、116,323 t すなわち 53% が消失し、102,547 t すなわち 47% が流出することになる。

また、旱魃年には、平年に比較して、面積降水量 64,409 t、総流出量 57,406 t それぞれ減少した。これに対して消失量は 9,029 t 減少しただけで、ほぼ平年並の値が保たれる傾向が認められた。こうした消失量の一定値は、実集水域における蒸発散能に相当すると考えられる。

両年の降水配分率を比較すると、旱魃年には平年に比較して消失率が増加し、流出率が減少する傾向が認められた。

このように、自然教育園の平年水収支は、面積降水量 285,305 t、消失量 125,352 t、総流出量 159,953 t となること、消失量は旱魃年であっても一定の値に保たれる傾向にあること、旱魃年には消失率が増加し、

流出率が減少することなどが、この調査で明らかとなった。

3) 集水域と水収支

原集水域の水収支については、当時は観測施設もなく、その値は明らかでない。

今回は、原集水域の水収支の内、面積降水量を 1,327mm (1977 年の例) をもとにもとめ、また、消失量は実集水域における単位面積当り消失量の値 5,830 t/ha をもとにもとめ、当時の水収支の値を推定した。

その結果、原集水域では、面積降水量496,298 t, 消失量218,042 t, 総流出量278,256 t と推定された。

表2は、両集水域における水収支の比較である。

すなわち、実集水域では、原集水域に比較すると面積降水量 210,993 t, 消失量 92,690 t, 総流出量 118,303 t それぞれ減少していることになる。

表 2. 集水域変化と水収支

	面 積	降 水 量	面積降水量	総 流 出 量	消 失 量	備 考
	ha	mm	t/年	t/年	t/年	
原 集 水 域	37.4	1,327	496,298	278,256	218,042	推定値
実 集 水 域	21.5	1,327	285,305	159,953	125,352	実測値

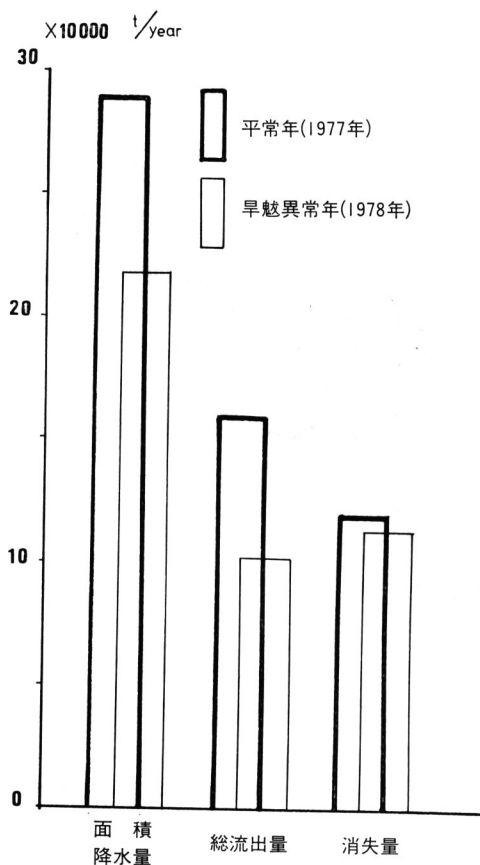


図 4. 自然教育園の水収支

このように、現在の自然教育園では、都市化に伴う集水域面積の縮小によって、面積降水量及び消失量、総流出量が以前より減少していることが、この調査でおおよそ明らかになった。

4) 今後の問題点と対策

今回の調査では、不透水地域の拡大に伴い、実集水域面積が縮小し、面積降水量及び消失量、総流出量が減少したこと、旱魃年であっても消失量はほぼ一定に保たれ、このため消失率が増加し、総流出率が減少することなどが明らかとなった。

このように集水域の縮小が進行した場合、自然教育園の生態系にどのような過程で影響していくのかは、今のところ次のように予想される。

すなわち、集水域の通過水である総流出量の減少により、谷筋では流水の減少や水位の低下が起こり、このため湿地の乾燥化や陸地化が進行するなどが考えられる。

最近、自然教育園では、このような乾燥化による影響を未然に防止するため、流出水の循環再利用を行なっている。

今後は、さらに詳細な水収支調査を続け、自然教育園生態系の維持、管理のための対策に役立てたいと考えている。

要 約

今回の調査では、原集水域及び実集水域について図化し、総流出量の実測値をもとに平年及び旱魃年の水収支について検討した。

- (1) 自然教育園の原集水域は、総面積 37.4ha とされた。この内訳は、園地 19.3ha、周辺地 18.1ha である。
- (2) 現在の実集水域は、総面積 21.5ha とされた。これは都市化以前の 57%にあたる。
- (3) また、平年の水収支（1977年の例）は、面積降水量285,305 t の内、消失量125,352 t（44%）総流出量159,953 t（56%）となる。
- (4) 旱魃年の水収支（1978年の例）では、平年値に比較して、面積降水量23%、総流出量36%それぞれ減少した。消失量については、7%とわずかに減少したがほぼ平年並の値が保たれた。
- (5) 旱魃年の降水配分率では、平年に比較して消失率が増加し、総流出率が減少した。
- (6) 今後も、さまざまな影響により集水域の縮少が進行した場合、自然教育園生態系にとっては、今のところ次のような影響が予想される。

すなわち、総流出量の減少により、谷筋では流水の減少や水位の低下が起こり、このため湿地の乾燥化や陸地化が進行するなどのことが考えられる。

この報告を記すにあたり、本報告は、1979年に故人となられた三寺光雄先生（当時、広島大学総合科学部教授）が調査して遺された資料をもとにまとめたものであることを付記すると同時に、生前の自然教育園の生態系究明についての献身的御努力に感謝し、御冥福を祈る。

参 考 文 献

- 地団研地学事典編集委員会. 1973. 地学事典. 1301pp. 平凡社, 東京.
- 平山良治・山崎美津子・坂上寛一・浜田竜之介. 自然教育園の土壌図. 自然教育園報告, 8: 39—59.
- 市川正己・榎根勇. 1978. 日本の水収支. 古今書院, 東京.
- 三寺光雄・菅原十一. 1980. 自然教育園の水収支 (4)水文気象について. 自然教育園報告, 11: 103—110.
- ・———・当舎万寿夫. 1977. 自然教育園の水収支 (1)流出量の解析. 自然教育園報告, 7: 1—6.
- ・———・———. 1978. 自然教育園の水収支 (2)蒸発量について. 自然教育園報告, 8: 43—50.
- ・———・———. 1980. 自然教育園の水収支 (3)蒸発量の解析. 自然教育園報告, 10: 19—23.
- 武藤博忠. 1937. 河川の水位に及ぼす森林の影響. 161pp. 興林会, 東京.
- 中野秀章. 1977. 森林水文学. 228pp. 共立出版, 東京.
- 鶴田総一郎・坂元正典. 1978. 自然教育園沿革史. 自然教育園報告, 8: 1—19.
- 東京都土木技術研究所編. 1969. 東京都23区地盤地質図. 東京都土木技術研究所.
- . 1977. 東京都総合地盤地質図（その1）. 東京都土木技術研究所.
- 東京都首都整備局編. 1982. 東京都二千五百分一地形図. 東京都首都整備局.
- 山本荘毅. 1973. 陸水「地球科学講座第9号」. 388pp. 共立出版, 東京.