

自然教育園の微気象 (第8報) 過去30年間の気温, 湿度, 降水量の平均値の変化

菅原 十一*

Report on the Microclimate in the Institute for Nature Study (8)
Change of Mean Values of Air Temperature, Air Humidity and Rainfall Amount
in the Last Thirty Years

Toichi Sugawara*

はじめに

東京の気候は太平洋側気候の特色を示し, 夏季は湿気が多くて暑く, 冬季は乾燥して寒い。また, 冬季は降水量が少なく, 梅雨期と秋霖期に降水量が多くなる。

これらは季節風の影響によるもので, 冬季は大陸からの低温で乾燥した北西風が多くなる。また, 夏季は太平洋からの高温で湿った南風が吹き込み, 台風による暴風もみられる。

この他, 都心部では郊外に比較し, 高温・低湿度化やビル風の発生など都市特有の気象現象もみられている。

これは著しい都市化の影響によるもので, 人口の急増及び, 不透水性で蓄熱の大きい人工地面の拡大, 自動車排気熱や保温効果ガスの増加などにより年々の気温上昇, 低湿度化が進行する。

自然教育園は, 都心部に残る自然緑地であり, 樹林や湿性草原に覆われている。このため隣接する都市の高温・低湿度化などによる自然生態系への影響が懸念されている。

自然教育園では微気象環境を明らかにするため, 1968年より定点観測地点を設置し気象観測を開始している。また, 定点観測を補うため移動観測方法による気温及び湿度分布調査や, 強風被害樹木を指標にした強風区域調査なども逐次実施している。

菅原他(1969)は, 園内定点観測結果から得られた過去10年間の気象平均値をもとに, 園内では, 隣接する都市に比較し, 林外, 林内の順に気温及び湿度変化がやわらいでいることを確かめ, それは樹林の緩和効果によることを示した。

本報告は, 自然教育園で気象観測が開始された1968年から過去30年間の観測結果をもとに, 気候特性や長年の推移について示した。

1. 調査方法

自然教育園（以下園内と略記）の気象観測結果をもとに過去30年間の気象平均値を求め、隣接都市である東京都内の平年気候表と比較検討した。

調査及び統計期間：

統計期間は1971年～2000年（30年間）とした。

年代区分は、'70年代（1971～1980年）、'80年代（1981～1990年）、'90年代（1991～2000年）とした。

観測地点：

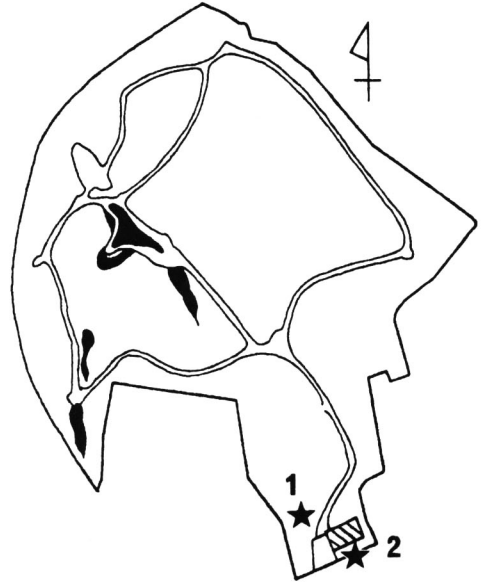
図1は、園内の観測地点を示す。

園内の観測地点は、気温及び湿度は食草園地点、降水量は教育管理棟前地点の露場観測値で代表した。

東京都内の観測地点は、「日本の気候表（1971～2000年版）」をもとに、当園より北東約6 km離れた気象庁東京管区気象台（大手町）の観測値を使用した。

調査項目：

- (1) 気温
- (2) 湿度
- (3) 降水量



1：気温・湿度 2：降水量

図1. 自然教育園の気象観測地点

2. 結果と考察

(1) 気温及び湿度

気象・気候要素の内、気温及び湿度は、季節や周辺環境を最も敏感に反映する重要要素である。

気象庁資料によると、東京都内では、冬季に大陸高気圧の影響により低温・低湿度、夏季に太平洋高気圧の影響により高温・高湿度となり、季節による変化がはっきりあらわれている。この他、著しい都市化の影響により年々の気温上昇、湿度低下がみられている。

表1と図2は、東京都内と園内の平年気温（1971年～2000年）の比較を示す。

気象庁発行の「日本の気候表・1971～2000年」によると、東京都内の過去30年間の年平均気温は15.9℃、平年最高気温は19.7℃、平年最低気温は12.5℃を示す。

園内の場合は、東京都内と同様の統計値によると、年平均気温は15.3℃、平年最高気温は19.2℃、平年最低気温11.4℃を示す。また、園内は東京都内に比較し平年気温0.6℃、平年最高気温0.5℃、平年最低気温1.1℃低く、特に、平年最低気温の低下が大きくなっている。

この内、月別変化でみると、最も高温は8月で、東京都内が月平均気温27.1℃、月平均最高気温30.8℃、月平均最低気温24.2℃、園内がそれぞれ27.1℃、30.5℃、23.5℃を示す。最も低温は1月で、東京都内が月平均気温5.8℃、月平均最高気温9.8℃、月平均最低気温2.1℃、園内がそれぞれ4.7℃、9.3℃、-0.1℃で季節に伴う変化を示す。また、園内の気温は東京都内と比較すると各月で低温を示し、

特に、月平均最低気温は12月～2月の冬季を中心に1.8～2.2℃差と大きく低下している。逆に東京都内の月平均最低気温は、園内より全体的に高温となり、特に、12月～2月の冬季に高温を示している。

表2～4と図3、4は、東京都内と園内の気温を年代別に示す。

東京都内では年平均気温が'70年代15.6℃、'80年代15.8℃、'90年代16.4℃で、年々の気温上昇を示した。また、東京都内の年平均最高気温でも'70年代19.6℃、'80年代19.4℃、'90年代20.1℃、年平均最低気温でも'70年代12.1℃、'80年代12.4℃、'90年代13.1℃を示し、全体的な年代に伴う気温上昇がみられた。特に、最近'90年代は気温上昇が大きくなっている。

園内は、各年代の年平均気温が15.1～15.4℃、年平均最高気温が19.1～19.4℃、年平均最低気温が11.3～11.4℃の範囲を示し、東京都内に比較し年代に伴う気温上昇がゆるやかである。

図2～4より分かるのは、東京都内では気温が年々高温化し、特に、冬季の気温上昇が大きくなっていることで、緑地の減少、蓄熱の大きい人工地面の拡大、自動車排出熱及び保温効果ガスの増加などの影響による都市の高温化及び暖冬化を含むヒート・アイランド現象のあらわれと考えられる。

対照的に、園内の気温は東京都内に比較し最低気温を中心に低く、年々の気温上昇も少なくなっていることである。園内の場合は、高木層及び亜高木層、低木層などの樹葉蒸散効果によって気温上昇が緩和され、また、夜間は土壌地面からの放射冷却により気温が低下しやすくなっていると考えられる。

次の表5と図5は、東京都内と園内の平年湿度を示す。

平年湿度は、東京都内が63%に対し、園内は69%と6%高湿度を示す。

月別変化では、最も高湿度は梅雨期の6月、7月で、東京都内の月平均湿度がそれぞれ73%、75%、園内の月平均湿度が共に78%を示す。最も低湿度は冬季の1月、2月で、東京都内の月平均湿度がそれぞれ50%、51%、園内月平均湿度が57%、58%を示し季節変化がみられる。また、園内の月平均湿度は東京都内に比較し3～7%高く、特に、11月～4月は7%高くなっている。

表6と図6は、東京都内と園内の年代別湿度経年変化を示す。

各年代の年平均湿度は、東京都内が'70年代63%、'80年代63%、'90年代62%、園内が'70年代69%、'80年代69%、'90年代68%を示し、過去30年間では、年々の湿度低下は小さく、横ばい状態に推移している。

図5～6より分かるのは、園内の湿度は東京都内より常に高湿度を示していることで、園内の場合は樹林や湿潤土壌からの蒸散、蒸発により高湿度がたもたれていると考えられる。

これまでは、過去30年間の気温及び湿度について述べた。

さらに年代を逆上り、東京都内の過去60年間の気温及び湿度の経年変化を示す（表7、図7）。

東京都内では、過去60年間に既に年々の気温上昇、湿度低下がみられている。

園内の場合は、過去60年間の観測記録がないため、既存資料をもとに推定すると、最近（90年代）でも気温上昇、湿度低下が小さく、東京都内の'60年代に近い気象環境が保持されていると考えられる。

（2）降水量

降水量については、もともと年による変動差が大きいため現状報告程度に止める。

園内の降水量は、統計期間1971～2000年の内、1974年、1975年、1981年、1982年は統計日数不足のため欠測扱いとした。

表8と図8は、東京都内と園内の平年降水量を示す。

平年の降水量は、東京都内が1,465.6mm、園内が1,305.0mmを示し、園内の降水量は東京都内の

89%止まりと少なくなっている。園内の降水量は周辺樹林の影響により多少阻止されるものと考えられる。

この内、最も降水量の多い月は9月で東京都内208.5mm、園内186.7mm、反対に最も降水量の少ないのは12月で東京都内42.6mm、園内37.5mmを示し季節差が大きくなっている。また、梅雨期（6月、7月）と秋霖期（9月、10月）には降水量が増加し、東京都内が年間降水量の48%、園内が年間降水量の46%を占め、反対に冬季（12月、1月、2月）は降水量が減少し、東京都内、園内共に年間降水量の10%を示している。

表9と図9は、東京と園内の年代別降水量経年変化を示す。

'70年代及び'80年代の年間降水量は、東京都内がそれぞれ1,442.2mm、1,428.8mm、園内が1,293.1mm、1,246.0mmと平年値よりやや少なく推移している。この内、'70年代は梅雨期の6月と7月の降水量が平年値より減少し、'80年代は平年値に比較し8月の降水量が若干増加したものの7月の降水量が大きく減少している。また、最近'90年代の年間降水量は、東京都内1,525.8mm、園内1,375.9mmと平年値より増加がみられている。

3. 要 約

東京では、著しい都市化に伴い年々気温が上昇し、湿度が低下している。

自然教育園は、都心部に残された自然緑地である。このため都市の高温化などによる自然生態系への影響が懸念されている。

本報告は、自然教育園で気象観測が開始されてから過去30年間（1971年～2000年）の気温及び湿度、降水量の平均値について、東京の気候表との比較をとおし検討した。

東京都内の平年気温は15.9℃、平年最高気温は19.7℃、平年最低気温は12.5℃を示す。この内、年代別では、特に、最低気温の年平均値が'70年代12.1℃、'80年代12.4℃、'90年代13.1℃を示し、都市化の影響により気温は年々上昇する傾向がみられた。

園内の平年気温は15.3℃、平年最高気温は19.2℃、平年最低気温は12.5℃を示し、東京都内と比較し平年気温が0.6℃差、平年最高気温が0.5℃差、平年最低気温が1.1℃差と低くなっていた。

さらに、年代別の年平均気温では'70年代15.1℃、'80年代15.3℃、'90年代15.4℃、年最高気温は'70年代19.1℃、'80年代19.2℃、'90年代19.4℃、年最低気温は'70年代11.3℃、'80年代11.5℃、'90年代11.4℃を示し、園内では東京都内と比較し年々の気温上昇が小さくなっていた。

平年湿度については、東京都内が63%に対し、園内は69%と東京都内より6%の高湿度がたもたれていた。また、年代別にみた年平均湿度の経年変化では、東京都内が62%～63%、園内が68%～69%の範囲を示し、過去30年間では都市の低湿度化の傾向が小さく、横ばい状態となっていた。

この他、降水量については、もともと年による変動差が大きいため現状報告に止めた。

平年の年間雨量は、東京都内が1,465.6mm、園内が1,305.0mmを示した。この内、園内の雨量は樹林の影響により阻止され東京都内の89%に止まり減少していた。

また、梅雨期（6月、7月）と秋霖期（9月、10月）には雨量が増加し、年間雨量の50%弱を占め、反対に冬季（12月、1～2月）は雨量が減少し年間雨量の10%を示していた。

この結果、園内では、高木層及び亜高木層、低木層などからなる樹林の効果により、気温及び湿度変化がやわらげられ、また、隣接する都市の高温・低湿度化による影響が小さく抑えられていること

が確かめられた。

そして、園内では'60年代（昭和40年前後）の東京都内に相当する気温及び湿度環境がたもたれていると推測された。

おわりに

東京都内では都市温暖化などの影響により、植物では亜熱帯性のシュロなどの生育地が拡大し、動物ではワカケホンセイインコなど暖地性の種の増加がみられている。

自然教育園は東京の都心部に位置するが、都市の温暖化や低湿度化の影響はゆるやかで、東京都内の'60年代に相当する気象環境が保持されていると推測される。

しかし、今回実施された自然生態系特別調査結果によると、園内でも亜熱帯性や暖地性の動植物の増加が確かめられている。

シュロの侵入例では、園内では1949年にはまったく見られなかったが、1965年は3本と見られはじまり、1983年に592本、1996年には850本と爆発的に増加している。'60年代は、既にシュロ侵入が可能な温暖化程度にあったと考えられる。今後は、都市の温暖化などによる園内生態系への影響を最小限に止める方策をこれまで以上に構築していく必要があると考える。

この他、園内では大気汚染調査の一環として降下ばいじん調査を1969年より10年間隔で実施している。また、1995年より酸性雨観測を継続している。これらの調査はまとまり次第逐次報告する予定である。

謝 辞

本報告をまとめるにあたり、財団法人野外自然博物館後援会の吉井三恵子氏には、資料整理などで多大なご協力をいただいた。ここに記し感謝の意を表する。

参 考 文 献

- 東京管区気象台. 1957. 東京都の気候. 気象協会. 564pp.
- 菅原十一・日吉房雄・手塚映男. 1969. 自然教育園の微気象について(1). 自然教育園報告, (1): 25-31.
- 自然教育園. 1969~1984. 自然教育園の気象. 自然教育園基礎資料, 第16-25号.
- 倉島厚. 1971. 日本の気候. 古今書院. 253pp.
- 和達清夫. 1977. 気象辞典. 東京堂出版. 704pp.
- 気象庁. 1971~2000. 観測所気象年報. 気象庁. 89pp.
- 菅原十一・三寺光雄. 1980. 自然教育園の微気象(5) 過去10年間の微気象変化. 自然教育園報告, (11): 111-122.
- 菅原十一. 1982. 自然教育園の微気象(6) 被害樹木を指標とした強風域の推定. 自然教育園報告, (13): 27-35.
- 菅原十一. 1998. 自然教育園の微気象(7) 風害木による北寄りの強風区域の推定. 自然教育園報告, (29): 5-12.
- 国立天文台. 2000. 理科年表. 丸善株式会社. (12): 192-287.
- 気象庁. 2001. 日本気候表(1971~2000年). 気象業務支援センター, 320pp.

表 1. 30年間の自然教育園の平年気温 ※上段は東京(気象庁資料), 中段は自然教育園, 下段は気温差

30年間	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年平均
平均	5.8	6.1	8.9	14.4	18.7	21.8	25.4	27.1	23.5	18.2	13.0	8.4	15.9
気温	4.7	5.1	8.2	13.9	18.3	21.6	25.3	27.1	23.1	17.4	12.1	7.3	15.3
気温差	-1.1	-1.0	-0.7	-0.5	-0.4	-0.2	-0.1	0	-0.4	-0.8	-0.9	-1.1	-0.6
最高	9.8	10.0	12.9	18.4	22.7	25.2	29.0	30.8	26.8	21.6	16.7	12.3	19.7
気温	9.3	9.8	12.7	18.3	22.5	25.0	28.9	30.5	26.3	21.0	16.2	11.9	19.2
気温差	-0.5	-0.2	-0.2	-0.1	-0.2	-0.2	-0.1	-0.3	-0.5	-0.6	-0.5	-0.4	-0.5
最低	2.1	2.4	5.1	10.5	15.1	18.9	22.5	24.2	20.7	15.0	9.5	4.6	12.5
気温	-0.1	0.6	3.7	9.3	14.2	18.2	21.8	23.5	19.9	13.7	7.8	2.8	11.4
気温差	-2.2	-1.8	-1.4	-1.6	-0.9	-0.7	-0.7	-0.7	-0.8	-1.3	-1.7	-1.9	-1.1

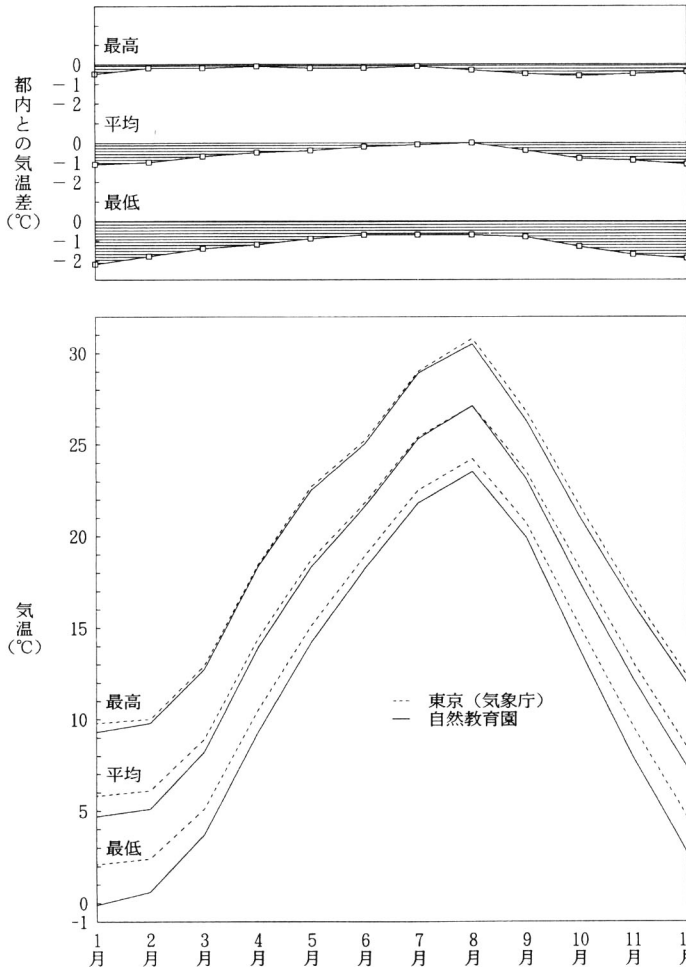


図 2. 自然教育園の平年気温 (1971~2000年)

表2. 10年間毎の月平均気温の経年変化 ※上段は東京（気象庁資料），中段は自然教育園

10年間	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年平均
1971～	5.4	5.8	8.6	14.1	18.5	22.0	25.3	27.1	23.1	17.8	12.7	7.9	15.6
1980年	4.6	5.0	8.1	13.8	18.3	21.8	25.2	26.9	22.9	17.2	12.0	7.1	15.1
気温差	-0.8	-0.8	-0.5	-0.3	-0.2	-0.2	-0.1	-0.2	-0.2	-0.6	-0.7	-0.8	-0.5
1981～	5.5	5.8	8.7	14.3	18.7	21.4	24.9	27.4	23.4	17.9	12.8	8.3	15.8
1990年	4.6	5.1	8.2	13.9	18.4	21.2	24.9	27.4	23.2	17.4	12.2	7.5	15.3
気温差	-0.9	-0.7	-0.5	-0.6	-0.3	-0.2	0	0	-0.2	-0.5	-0.6	-0.8	-0.5
1991～	6.4	6.6	9.5	14.8	19.0	22.1	26.1	27.3	24.0	18.8	13.5	8.7	16.4
2000年	4.8	5.3	8.3	14.0	18.3	21.4	25.6	26.9	23.1	17.6	12.0	7.4	15.4
気温差	-1.6	-1.3	-1.2	-0.8	-0.7	-0.7	-0.5	-0.4	-0.9	-1.2	-1.5	-1.3	-1.0

表3. 10年間毎の月平均最高気温の経年変化 ※上段は東京（気象庁資料），中段は自然教育園

10年間	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年平均
1971～	9.8	9.8	12.9	18.2	22.6	25.5	29.0	30.5	26.6	21.4	16.6	12.0	19.6
1980年	9.2	9.6	12.9	18.1	22.5	25.1	28.9	30.5	26.4	21.0	16.4	11.9	19.1
気温差	-0.6	-0.2	0	-0.1	-0.1	-0.4	-0.1	0	-0.2	-0.4	-0.2	-0.1	-0.5
1981～	9.4	9.4	12.5	18.3	22.5	24.7	28.3	31.0	26.5	21.3	16.5	12.2	19.4
1990年	9.2	9.3	12.4	18.0	22.3	24.5	28.2	30.8	26.3	21.2	16.4	12.0	19.2
気温差	-0.2	-0.1	-0.1	-0.3	-0.2	-0.2	-0.1	-0.2	-0.2	-0.1	-0.1	-0.2	-0.2
1991～	10.1	10.6	13.2	18.8	22.9	25.5	30.0	31.0	27.4	22.1	17.1	12.6	20.1
2000年	9.5	10.5	12.9	18.7	22.6	24.6	29.8	30.3	26.3	20.9	15.8	11.7	19.4
気温差	-0.6	-0.1	-0.3	-0.1	-0.3	-0.9	-0.2	-0.7	-1.1	-1.2	-1.3	-0.9	-0.7

表4. 10年間毎の月平均最低気温の経年変化 ※上段は東京（気象庁資料），中段は自然教育園

10年間	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年平均
1971～	1.5	2.0	4.7	10.1	14.7	19.0	22.3	23.6	20.1	14.5	9.0	3.9	12.1
1980年	-0.1	0.2	3.5	9.1	14.1	18.7	21.5	23.0	19.6	13.3	7.3	2.3	11.3
気温差	-1.6	-1.8	-1.2	-1.0	-0.6	-0.3	-0.8	-0.6	-0.5	-1.2	-1.7	-1.6	-0.8
1981～	1.9	2.4	5.0	10.3	15.0	18.4	22.1	24.6	20.7	14.7	9.3	4.6	12.4
1990年	-0.1	0.8	3.8	9.7	14.5	17.8	21.7	24.0	20.1	13.5	7.8	3.0	11.5
気温差	-2.0	-1.6	-1.2	-0.6	-0.5	-0.6	-0.4	-0.6	-0.6	-1.2	-1.5	-1.6	-0.9
1991～	2.8	2.9	5.8	11.0	15.5	19.1	22.8	24.4	21.1	15.8	10.2	5.3	13.1
2000年	-0.2	0.9	3.9	9.2	14.1	18.1	22.2	23.6	19.9	14.2	8.2	2.7	11.4
気温差	-3.0	-2.0	-1.9	-1.8	-1.4	-1.0	-0.6	-0.8	-1.3	-1.6	-2.0	-2.6	-1.7

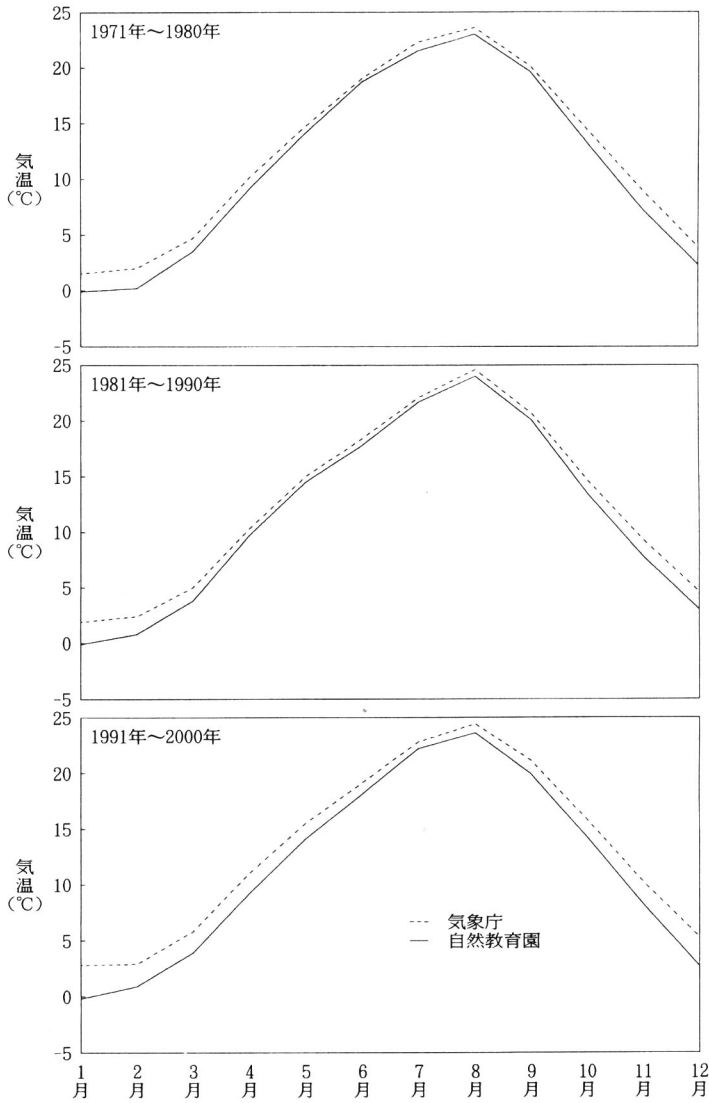


図3. 気温の年代別経年変化

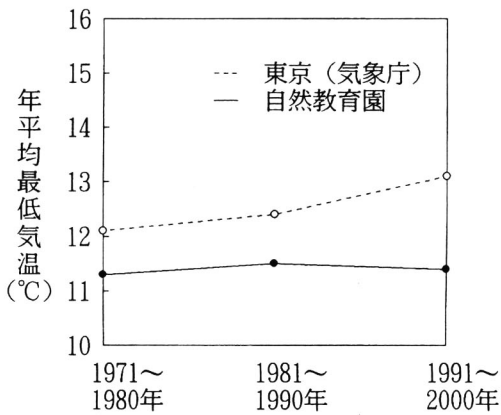


図4. 年平均最低気温の経年変化

表5. 自然教育園の30年間の平均湿度% ※上段は東京・気象庁資料, 中段は自然教育園

30年間	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年平均
平均	50	51	57	62	66	73	75	72	72	66	60	53	63
湿度	57	58	64	69	71	78	78	77	76	71	67	60	69
湿度差	+7	+7	+7	+7	+5	+5	+3	+5	+4	+5	+7	+7	+6

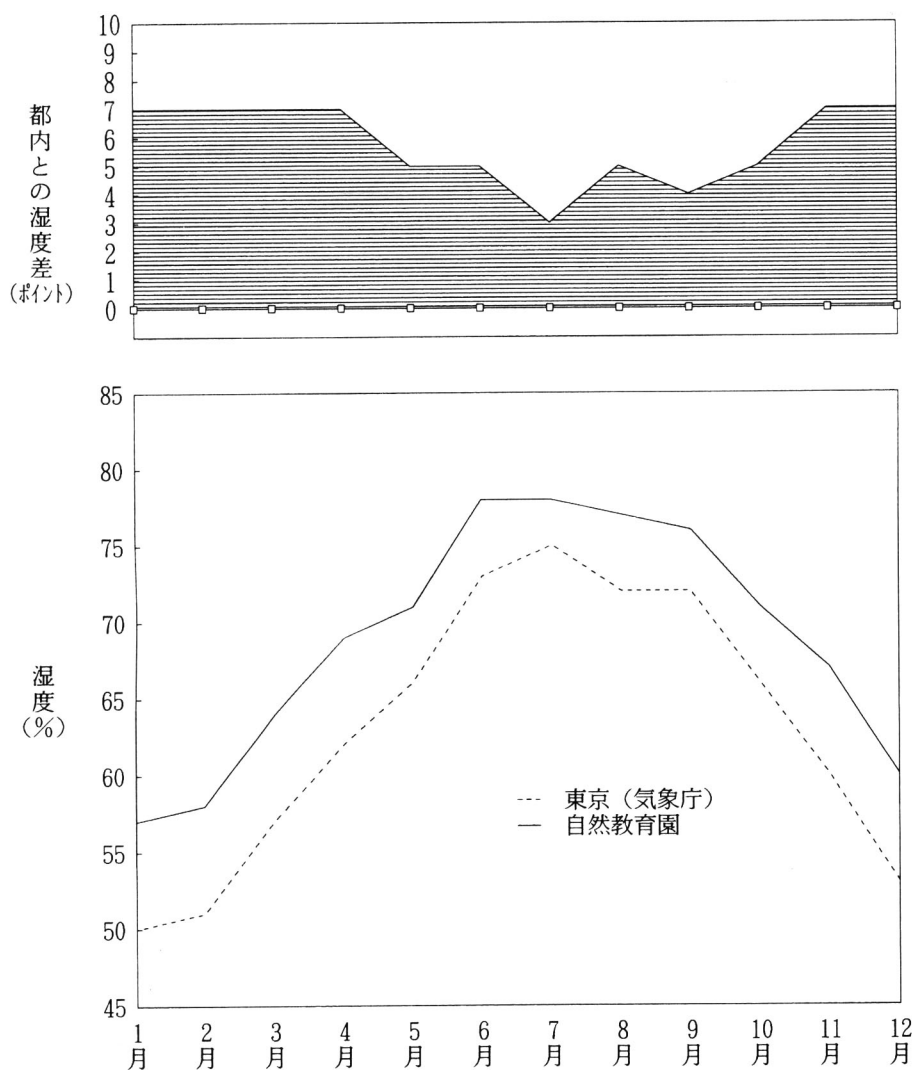


図5. 自然教育園の平均湿度 (1971~2000年)

表 6. 30年間の年平均湿度の年代別経年変化 ※上段は東京・気象庁資料, 中段は自然教育園

10年間	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年平均
1971~ 1980年	50	52	55	64	65	73	74	72	72	67	60	53	63
	57	59	62	71	70	78	79	77	77	72	67	60	69
	湿度差	+7	+7	+7	+7	+5	+5	+5	+5	+5	+5	+7	+7
1981~ 1990年	50	53	58	62	66	72	73	73	74	65	61	53	63
	57	60	65	69	71	77	78	78	77	70	68	60	69
	湿度差	+5	+7	+7	+7	+5	+5	+5	+5	+3	+5	+7	+7
1991~ 2000年	51	47	57	60	66	73	72	72	71	67	60	52	62
	57	54	64	67	71	78	77	77	73	70	67	59	68
	湿度差	+6	+7	+7	+7	+5	+5	+5	+5	+2	+3	+7	+7

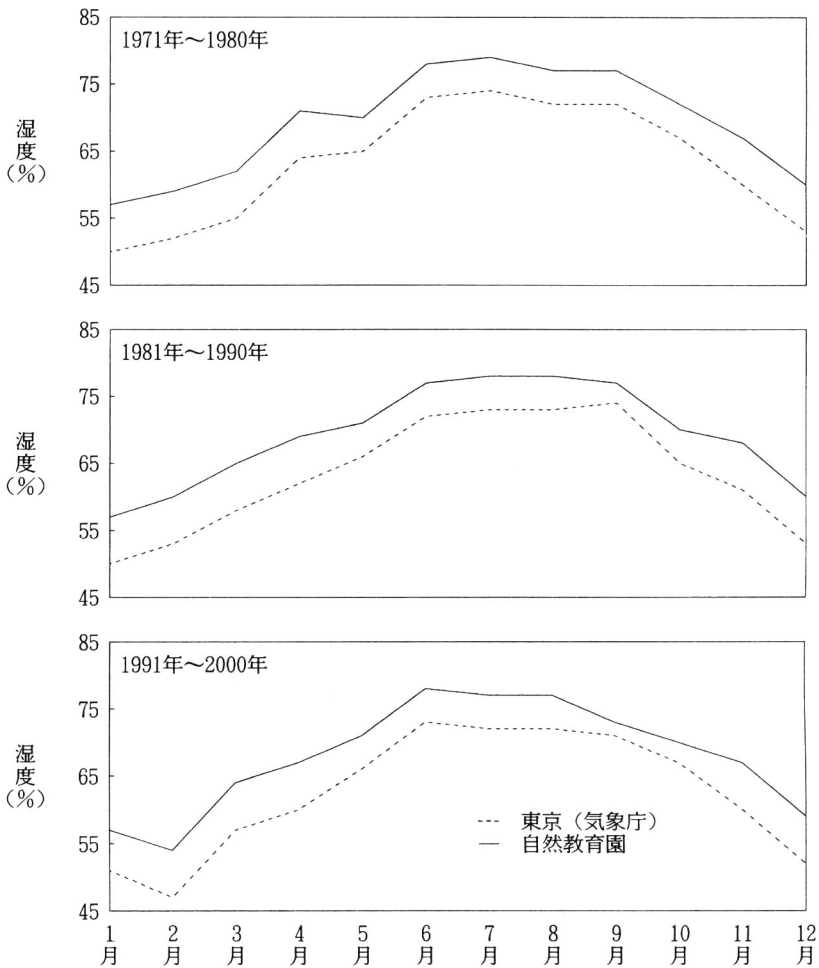


図 6. 湿度の年代別経年変化

表7. 東京都内の過去60年間の気温及び湿度の経年変化 ※上段は東京(気象庁資料) 下段は自然教育園

	年平均気温	年平均最高気温	年平均最低気温	年平均湿度
1941～1950年	14.6 °C —	19.4 °C —	10.5 °C —	72 % —
1951～1960年	15.0 —	19.6 —	11.3 —	70 —
1961～1970年	15.4 —	19.7 —	11.6 —	64 —
1971～1980年	15.6	19.6	12.1	63
	15.1	19.1	11.3	69
1981～1990年	15.8	19.4	12.4	63
	15.3	19.2	11.3	69
1991～2000年	16.4	20.1	13.1	62
	15.4	19.4	11.4	68

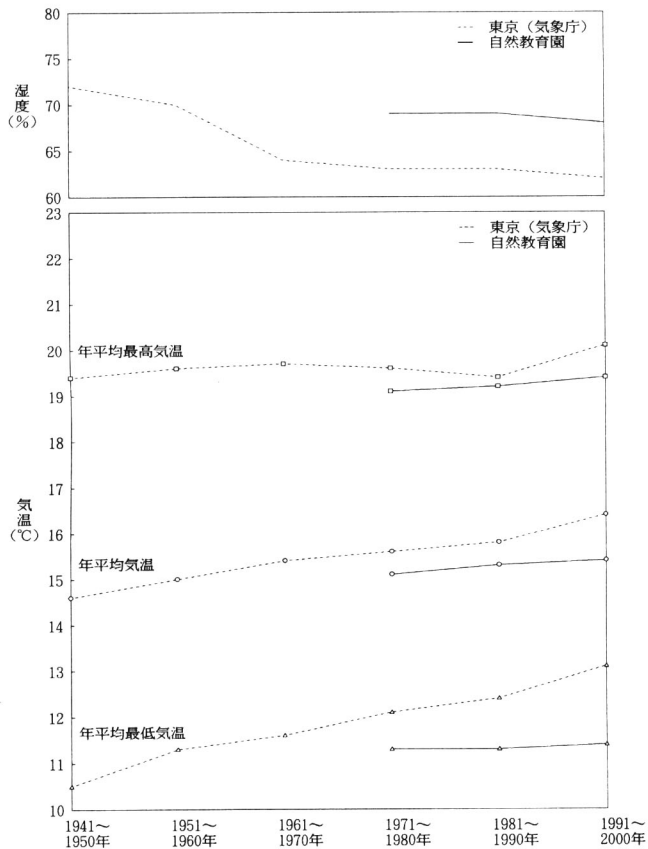


図7. 東京都内の過去60年間の気温及び湿度の経年変化

表 8. 30年間の自然教育園の平均降水量 ※上段は東京・気象庁資料, 下段は自然教育園

単位: 0.1mm, 自然教育園は1974年, 1975年, 1981年, 1982年欠測

30年間	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年平均
降水量	475	602	1145	1303	1247	1649	1616	1551	2085	1632	927	426	14656
	411	579	985	1202	1115	1478	1320	1404	1867	1337	745	375	13050

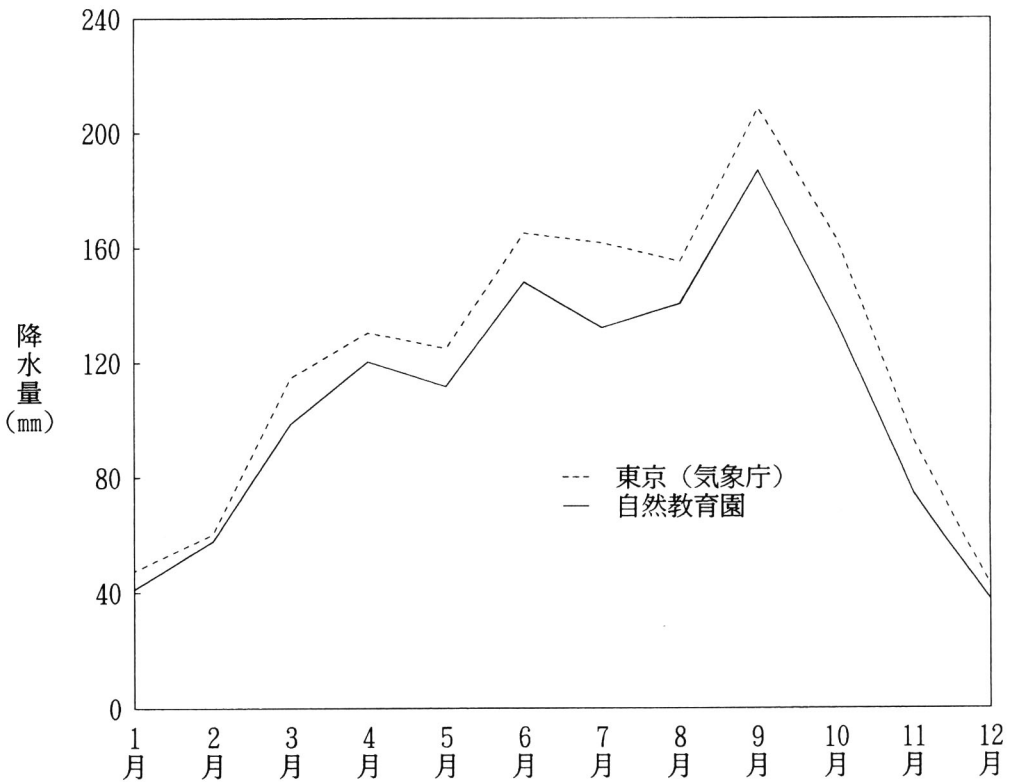


図 8. 自然教育園の平均降水量 (1971~2000年)

表9. 10年間毎の降水量の経年変化 ※上段は東京・気象庁資料，下段は自然教育園

単位：0.1mm，自然教育園は1974年，1975年，1981年，1982年欠測

10年間	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年平均
1971～	574	680	979	1420	1316	1359	1479	1294	2025	1796	1015	489	14422
1980年	431	629	880	1392	1167	1136	1161	1241	1924	1572	782	322	12931
1981～	329	631	1170	1243	1160	1838	1292	1794	2067	1470	836	360	14288
1990年	289	675	1111	1122	1042	1654	939	1786	1707	1028	635	472	12460
1991～	522	495	1286	1247	1265	1751	2076	1564	2162	1629	929	428	15258
2000年	514	434	965	1096	1135	1644	1861	1185	1970	1412	819	330	13759

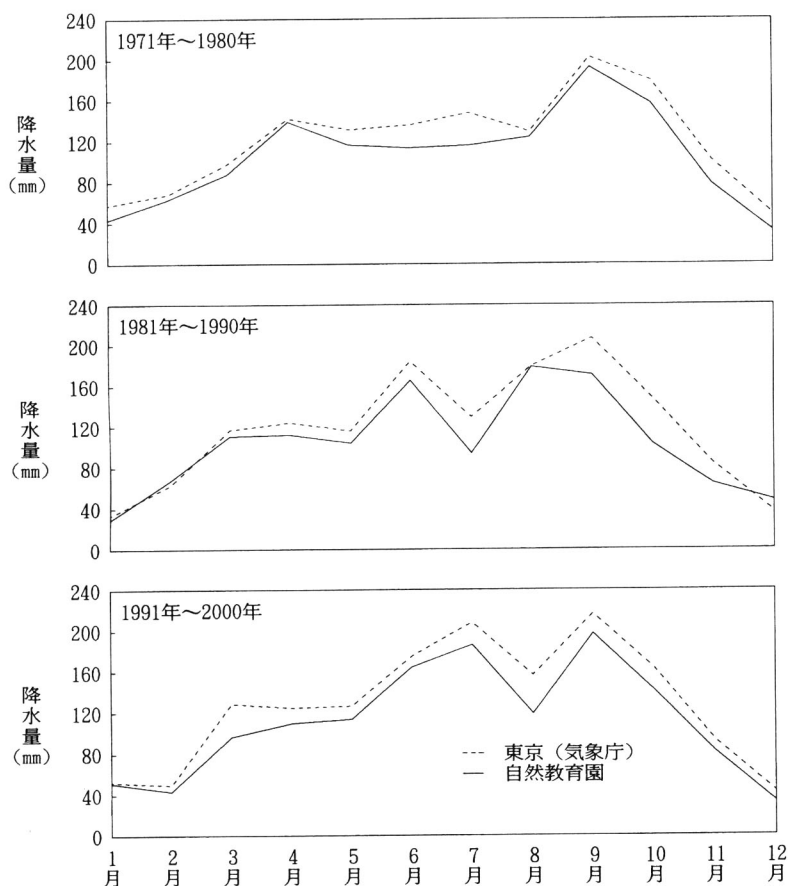


図9. 降水量の年代別変化