

# 長野地方の開発と月・季節・年平均気温の 経年変化

寒川典昭\*・小池一臣\*\*・鈴木正人\*\*\*・瀬上顕太\*\*\*\*

(平成10年5月15日受理)

## Development in Nagano Area and Secular Change of Monthly, Seasonal and Annual Mean Temperature

Noriaki SOGAWA\*, Kazutomi KOIKE\*\*, Masato SUZUKI\*\*\*  
and Kenta SEGAMI\*\*\*\*

This paper investigates the secular change of monthly, seasonal and annual temperature, and analyzes the effect of the land use on them in Nagano city, Matsumoto city, Iida city, Suwa city, Karuizawa town and Nagano prefecture. The tendency of warming existed in the secular change of temperature for recent 108 years in Nagano city, for recent 99 years in Matsumoto city and Iida city, for recent 52 years in Suwa city and Nagano prefecture, and for recent 71 years in Karuizawa town. Besides, although the clear trend of warming was not found out uniformly for recent 20 years, it was recognized in cold season. The paddy field and plowed field were decreasing and the housing land was increasing. The absolute values of the correlation coefficients between them and years were very large. As the result of the investigation of effect of the land use on the temperature, it was shown that the cold season temperature increased when the paddy field and plowed field decreased and the housing land increased.

### 1. はじめに

昨今、地球の重要な環境問題の1つに温暖化がある。地球の温暖化は、その規模で見ると二酸化炭素に代表される温室効果ガスが主な原因であることは否めない。温暖化は人間の活動や生態系に与える影響は甚大であり、気象分野を中心にして地球温暖化による影響の様々な解析がなされている<sup>1),2)</sup>。しかしながら、温暖化という現象を地球規模でなく微視的に捕らえて見ると、それは土地利用状況の変化にも依存する。例えば都市化が進行すると、様々な発熱源が発生し、気温の上昇することが考えられる。いわゆるヒートアイランド現象の生起である。このような比較的小さい地域に限定して、気温と土地利用形態の変化との関係を確認しておくことも重要なことである。

本研究は、長野市、松本市、飯田市、諏訪市、軽井沢町、長野県全体を対象に、月・季

---

\* 社会開発工学科助教授

\*\* 和歌山工業高等専門学校助教授

\*\*\* 岐阜工業高等専門学校助教授

\*\*\*\* 新潟県

節・年平均気温の経年変化を検討するとともに、土地利用形態の変化が気温の経年変化に及ぼす影響を実証的に解析することを目的としている。

## 2. 用いたデータ

計算対象地域の概要を簡単に述べると次の通りである。長野市は、長野県の北部に位置し、長野県の県庁所在地である。総面積は404.35km<sup>2</sup>であり、人口は約36万1千人である。松本市は長野県のほぼ中央に位置し、総面積は265.87km<sup>2</sup>であり、人口は約20万7千人である。飯田市は、長野県の南部に位置し、総面積は325.35km<sup>2</sup>であり、人口は約10万8千人である。諏訪市は、長野県のほぼ中央で松本市より少し南に位置している。総面積は109.06km<sup>2</sup>であり、人口は約5万2千人である。軽井沢町は、長野県の東部に位置し、群馬県と隣接している。総面積は156.05km<sup>2</sup>であり、人口は約1万5千人である。長野県全体では、総面積は13585.22km<sup>2</sup>であり、人口は約221万1千人である。尚、人口のデータは1997年度のものである。

気温データは、長野市、松本市、飯田市、諏訪市、軽井沢町の気象官署における月平均気温を用いる<sup>3),4)</sup>。また、この5地点の平均を長野県全体の気温として扱う。ここで、季節平均気温としては、冬を前年の12月、当該年の1, 2月、春を当該年の3, 4, 5月、夏を当該年の6, 7, 8月、秋を当該年の9, 10, 11月の平均とする。年は1月～12月の平均である。気温データの期間は、全データを、長野市では1889年～1996年の108年分、松本市と飯田市では1898年～1996年の99年分、諏訪市と県全体では1945年～1996年の52年分、軽井沢町では1926年～1996年の71年分とする。また、土地利用データ長と共通な期間を気温部分データとする。土地利用データとしては、上述の5市・町及び長野県全体の6地域の地目別面積より、田、畑、宅地のものを用いる<sup>5)</sup>。データ長は、1977年～1996年の20年間である。

## 3. 気温全データの解析

上記の6地域の気温が長い期間で見るとどのように変化しているかを調べた。まず、西暦年を独立変数、気温を従属変数とする直線回帰分析<sup>6)</sup>を行い、その回帰係数を有意水準5%で統計的仮説検定<sup>7)</sup>をした。その結果をTable 1に示した。回帰係数の結果を見ると、17区分中、長野市では全ての区分で正の値、13区分で有意となり、回帰係数の範囲は0.0024～0.0144°C/年、松本市では全ての区分で正の値、全ての区分で有意となり、回帰係数の範囲は0.0110～0.0232°C/年、飯田市では全ての区分で正の値、14区分で有意となり、回帰係数の範囲は0.0055～0.0159°C/年、諏訪市では全ての区分で正の値、8区分で有意となり、回帰係数の範囲は0.0085～0.0315°C/年、軽井沢町では11区分で正の値、2区分で有意となり、回帰係数の範囲は-0.0061～0.0181°C/年、県全体では16区分で正の値、2区分で有意となり、回帰係数の範囲は-0.0006～0.0191°C/年となった。

次に、気温全データと西暦年との相関係数<sup>8)</sup>を求め、気温と年代との相関性を見た。その結果をTable 2に示した。相関係数の結果をみると、17区分中、長野市では全ての区分で正の値となり、相関係数の範囲は0.066～0.460、松本市でも全ての区分で正の値となり、相関係数の範囲は0.264～0.688、飯田市でも全ての区分で正の値となり、相関係数の範囲

Table 1 The regression coefficients between temperature total data and years (unit: °C/year).

	Nagano	Matsumoto	Iida	Suwa	Karuizawa	Prefecture
Jan.	0.0102*	0.0226*	0.0126*	0.0312*	0.0137	0.0191
Feb.	0.0103*	0.0193*	0.0124*	0.0315	0.0181	0.0184
Mar.	0.0067	0.0137*	0.0125*	0.0213	0.0099	0.0138
Apr.	0.0089*	0.0177*	0.0100*	0.0161	0.0159*	0.0080
May	0.0144*	0.0232*	0.0159*	0.0236*	0.0073	0.0147
Jun.	0.0081*	0.0121*	0.0092*	0.0228*	0.0040	0.0154
Jul.	0.0069	0.0110*	0.0055	0.0095	-0.0136	-0.0006
Aug.	0.0104*	0.0209*	0.0110*	0.0199*	-0.0032	0.0069
Sep.	0.0024	0.0113*	0.0073	0.0138	-0.0061	0.0031
Oct.	0.0064*	0.0111*	0.0088*	0.0147	-0.0041	0.0049
Nov.	0.0064	0.0135*	0.0086*	0.0138	0.0010	0.0078*
Dec.	0.0085*	0.0136*	0.0062	0.0085	0.0017	0.0055
Winter	0.0090*	0.0193*	0.0110*	0.0180	0.0132	0.0087
Spring	0.0101*	0.0180*	0.0129*	0.0205*	0.0109*	0.0120
Summer	0.0084*	0.0146*	0.0086*	0.0171*	-0.0042	0.0073
Autumn	0.0060*	0.0118*	0.0082*	0.0143*	-0.0030	0.0053
Year	0.0084*	0.0157*	0.0100*	0.0185*	0.0040	0.0100*

Table 2 The correlation coefficients between temperature total data and years.

	Nagano	Matsumoto	Iida	Suwa	Karuizawa	Prefecture
Jan.	0.221	0.405	0.282	0.312	0.209	0.225
Feb.	0.221	0.311	0.228	0.235	0.225	0.159
Mar.	0.156	0.285	0.268	0.237	0.155	0.167
Apr.	0.216	0.386	0.249	0.197	0.261	0.098
May	0.447	0.594	0.487	0.383	0.176	0.247
Jun.	0.254	0.327	0.317	0.359	0.079	0.240
Jul.	0.178	0.264	0.152	0.131	-0.221	-0.008
Aug.	0.320	0.548	0.377	0.324	-0.072	0.118
Sep.	0.066	0.269	0.195	0.198	-0.119	0.045
Oct.	0.219	0.343	0.274	0.239	-0.093	0.080
Nov.	0.169	0.333	0.216	0.197	0.021	0.009
Dec.	0.202	0.332	0.167	0.109	0.029	0.073
Winter	0.250	0.470	0.321	0.218	0.199	0.122
Spring	0.389	0.596	0.498	0.397	0.299	0.249
Summer	0.352	0.508	0.384	0.368	-0.124	0.163
Autumn	0.226	0.408	0.305	0.288	-0.089	0.107
Year	0.460	0.688	0.554	0.473	0.164	0.289

は0.152~0.554, 諏訪市でも全ての区分で正の値となり, 相関係数の範囲は0.197~0.473, 軽井沢町では11区分で正の値となり, 相関係数の範囲は-0.221~0.299, 県全体では16区分で正の値となり, 相関係数の範囲は-0.008~0.289となった. 全体的に見ると, 回帰係数が正で, 正の相関関係があると言え, 温暖化が伺われる. つまり多くの場合, 年代が増すにつれて気温も上昇していることが分かる.

Table 3 The regression coefficients between temperature partial data and years (unit : °C/year).

	Nagano	Matsumoto	Iida	Suwa	Karuizawa	Prefecture
Jan.	0.1017	0.0871	0.0954	0.1246	0.1135	0.1045
Feb.	0.0715	0.0646	0.0753	0.1005	0.0941	0.0812
Mar.	0.0306	0.0095	0.0283	0.0513	0.0301	0.0300
Apr.	0.0117	-0.0189	-0.0002	0.0182	0.0102	0.0042
May	-0.0202	-0.0363	-0.0204	-0.0118	-0.0190	-0.0215
Jun.	-0.0220	-0.0296	-0.0042	-0.0001	-0.0091	-0.0130
Jul.	0.0119	0.0201	0.0372	0.0480	0.0477	0.0330
Aug.	0.0536	0.0537	0.0795*	0.0835	0.0628	0.0666
Sep.	0.0170	0.0025	0.0210	0.0338	0.0383	0.0225
Oct.	0.0631	0.0286	0.0380	0.0592	0.0522	0.0482
Nov.	-0.0087	-0.0042	0.0006	0.0021	0.0003	-0.0020
Dec.	0.0039	-0.0100	0.0335	0.0335	0.0092	0.0140
Winter	0.0384	0.0528	0.0700	0.0862	0.0756	0.0691
Spring	0.0064	-0.0163	0.0017	0.0196	0.0062	0.0035
Summer	0.0147	0.0147	0.0387	0.0430	0.0338	0.0290
Autumn	0.0235	0.0092	0.0217	0.0332	0.0333	0.0242
Year	0.0284	0.0137	0.0313	0.0462	0.0369	0.0313

#### 4. 気温部分データの解析

解析は、気温全データと同じ方法を使った。気温部分データと年代との回帰係数の結果を Table 3 に示した。回帰係数の結果を見ると、17区分中、長野市では14区分で正の値となり、回帰係数の範囲は $-0.020 \sim 0.1017^{\circ}\text{C}/\text{年}$ 、松本市では11区分で正の値となり、回帰係数の範囲は $-0.0363 \sim 0.0871^{\circ}\text{C}/\text{年}$ 、飯田市では14区分で正の値となり、回帰係数の範囲は $-0.0204 \sim 0.0954^{\circ}\text{C}/\text{年}$ 、諏訪市では15区分で正の値となり、回帰係数の範囲は $-0.0118 \sim 0.1246^{\circ}\text{C}/\text{年}$ 、軽井沢町では15区分で正の値となり、回帰係数の範囲は $-0.0190 \sim 0.1135^{\circ}\text{C}/\text{年}$ 、県全体では14区分で正の値となり、回帰係数の範囲は $-0.0215 \sim 0.1045^{\circ}\text{C}/\text{年}$ となった。ただし、5%の有意検定では飯田市の8月以外全ての値に有意性が無く、統計的に明確に気温が上昇しているとは言えなかった。

次に、気温部分データと西暦年との相関係数を求め、気温と年代との相関性を見た。その結果を Table 4 に示した。相関係数の結果をみると、17区分中、長野市では14区分で正の値となり、相関係数の範囲は $-0.123 \sim 0.401$ 、松本市では11区分で正の値となり、相関係数の範囲は $-0.209 \sim 0.337$ 、飯田市では14区分で正の値となり、相関係数の範囲は $-0.144 \sim 0.498$ 、諏訪市では16区分で正の値となり、相関係数の範囲は $-0.074 \sim 0.432$ 、軽井沢町では15区分で正の値となり、相関係数の範囲は $-0.128 \sim 0.421$ 、県全体では14区分で正の値となり、相関係数の範囲は $-0.139 \sim 0.404$ となった。全体的に見ると、回帰係数が正で、正の相関関係があると言え、温暖化が伺われる。つまり多くの場合、年代が増すにつれて気温も上昇していることが分かる。また、寒い季節の相関係数が他の区分と比べて大きく、近年の暖冬傾向を表している。

Table 4 The correlation coefficients between temperature partial data and years.

	Nagano	Matsumoto	Iida	Suwa	Karuizawa	Prefecture
Jan.	0.401	0.337	0.417	0.412	0.421	0.404
Feb.	0.233	0.211	0.255	0.299	0.308	0.265
Mar.	0.161	0.051	0.136	0.218	0.153	0.150
Apr.	0.057	-0.104	-0.001	0.099	0.054	0.023
May	-0.123	-0.209	-0.144	-0.074	-0.128	-0.139
Jun.	-0.119	-0.143	-0.030	0.000	-0.042	-0.073
Jul.	0.052	0.088	0.187	0.223	0.201	0.153
Aug.	0.248	0.264	0.498	0.432	0.322	0.358
Sep.	0.248	0.015	0.133	0.209	0.229	0.141
Oct.	0.326	0.158	0.224	0.347	0.279	0.271
Nov.	-0.037	-0.021	0.004	0.010	0.001	-0.009
Dec.	0.022	-0.063	0.206	0.196	0.053	0.086
Winter	0.315	0.272	0.379	0.386	0.369	0.349
Spring	0.049	-0.146	0.015	0.156	0.050	0.030
Summer	0.095	0.087	0.299	0.297	0.222	0.198
Autumn	0.152	0.067	0.162	0.242	0.224	0.172
Year	0.272	0.136	0.324	0.423	0.345	0.307

Table 5 The regression coefficients between land use data and years (unit : km<sup>2</sup>/year).

	Nagano	Matsumoto	Iida	Suwa	Karuizawa	Prefecture
Paddy field	-0.61*	-0.33*	-0.46*	-0.13*	-0.02*	-4.40*
Plowed field	-0.46*	-0.29*	-0.07*	-0.03*	-0.06*	-4.67*
Housing land	0.51*	0.40*	0.29*	0.11*	0.32*	7.25*

Table 6 The correlation coefficients between land use data and years.

	Nagano	Matsumoto	Iida	Suwa	Karuizawa	Prefecture
Paddy field	-0.993	-0.994	-0.986	-0.996	-0.953	-0.970
Plowed field	-0.977	-0.995	0.687	-0.994	-0.971	-0.993
Housing land	0.994	0.988	0.990	0.875	0.989	0.997

## 5. 土地利用データの解析

解析は、気温全データと同じ方法を使った。土地利用データと年代との回帰係数の結果を Table 5 に示した。回帰係数の結果を見ると、6 地域共に田、畑では負の傾きが得られ、宅地では正の傾きが得られた。6 地域の田、畑、宅地共に 5% の有意検定で有意性が認められた。これより、田、畑は減少傾向にあり、宅地は増加傾向にあることが分かった。その程度は、田、畑、宅地の順に 1 年当たり、長野市では  $-0.61\text{km}^2$ 、 $-0.46\text{km}^2$ 、 $0.51\text{km}^2$ 、松本市では  $-0.33\text{km}^2$ 、 $-0.29\text{km}^2$ 、 $0.40\text{km}^2$ 、飯田市では  $-0.46\text{km}^2$ 、 $-0.07\text{km}^2$ 、 $0.29\text{km}^2$ 、諏訪市では  $-0.13\text{km}^2$ 、 $-0.03\text{km}^2$ 、 $0.11\text{km}^2$ 、軽井沢町では  $-0.02\text{km}^2$ 、 $-0.06\text{km}^2$ 、 $0.32\text{km}^2$ 、県全体では  $-4.40\text{km}^2$ 、 $-4.67\text{km}^2$ 、 $7.25\text{km}^2$  となった。

Table 7 The correlation coefficients between temperature partial data and land use data.

## (a) Nagano

	Paddy field	Plowed field	Housing land
Jan.	-0.384	-0.378	0.396
Feb.	-0.222	-0.216	0.228
Mar.	-0.154	-0.177	0.140
Apr.	-0.017	0.013	0.025
May	0.112	0.106	-0.103
Jun.	0.085	0.073	-0.116
Jul.	-0.100	-0.179	0.062
Aug.	-0.226	-0.179	0.234
Sep.	-0.069	-0.015	0.039
Oct.	-0.373	-0.387	0.332
Nov.	0.028	0.013	-0.051
Dec.	-0.033	-0.059	0.012
Winter	-0.304	-0.307	0.313
Spring	-0.028	-0.024	0.029
Summer	-0.123	-0.110	0.095
Autumn	-0.163	-0.157	0.124
Year	-0.274	-0.267	0.252

## (d) Suwa

	Paddy field	Plowed field	Housing land
Jan.	-0.427	-0.422	0.540
Feb.	-0.299	-0.336	0.425
Mar.	-0.227	-0.259	0.222
Apr.	-0.069	-0.104	0.106
May	0.068	0.125	-0.054
Jun.	-0.005	-0.030	-0.054
Jul.	-0.242	-0.233	0.279
Aug.	-0.418	-0.430	0.556
Sep.	-0.184	-0.241	0.383
Oct.	-0.369	-0.344	0.386
Nov.	-0.037	0.014	0.177
Dec.	-0.206	-0.196	0.372
Winter	-0.395	-0.412	0.514
Spring	-0.150	-0.161	0.170
Summer	-0.302	-0.312	0.366
Autumn	-0.256	-0.238	0.408
Year	-0.430	-0.442	0.546

## (b) Matsumoto

	Paddy field	Plowed field	Housing land
Jan.	-0.374	-0.337	0.352
Feb.	-0.228	-0.216	0.232
Mar.	-0.084	-0.083	0.102
Apr.	0.126	0.118	-0.144
May	0.249	0.226	-0.201
Jun.	0.137	0.158	-0.097
Jul.	-0.082	-0.099	0.121
Aug.	-0.236	-0.239	0.233
Sep.	-0.029	0.011	-0.021
Oct.	-0.155	-0.152	0.206
Nov.	0.013	0.027	0.002
Dec.	0.037	0.071	-0.053
Winter	-0.299	-0.268	0.298
Spring	0.161	0.144	-0.135
Summer	-0.075	-0.077	0.110
Autumn	-0.076	-0.051	0.086
Year	-0.146	-0.127	0.163

## (e) Karuizawa

	Paddy field	Plowed field	Housing land
Jan.	-0.337	-0.352	0.434
Feb.	-0.203	-0.276	0.337
Mar.	-0.033	-0.071	0.196
Apr.	-0.013	-0.070	0.065
May	0.110	0.065	-0.157
Jun.	0.118	0.109	-0.003
Jul.	-0.101	-0.147	0.247
Aug.	-0.327	-0.350	0.289
Sep.	-0.165	-0.176	0.219
Oct.	-0.069	-0.184	0.336
Nov.	0.131	0.064	0.047
Dec.	0.068	0.036	0.091
Winter	-0.241	-0.312	0.405
Spring	0.029	-0.038	0.067
Summer	-0.136	-0.174	0.249
Autumn	-0.043	-0.130	0.266
Year	-0.174	-0.258	0.387

## (c) Iida

	Paddy field	Plowed field	Housing land
Jan.	-0.443	0.451	0.375
Feb.	-0.286	0.501	0.207
Mar.	-0.151	0.321	0.116
Apr.	0.024	0.380	-0.072
May	0.153	-0.115	-0.115
Jun.	0.014	0.001	-0.030
Jul.	-0.182	0.284	0.208
Aug.	-0.474	0.472	0.513
Sep.	-0.100	0.585	0.063
Oct.	-0.228	0.324	0.216
Nov.	-0.040	0.234	-0.022
Dec.	-0.220	0.463	0.162
Winter	-0.406	0.532	0.326
Spring	-0.008	0.341	-0.022
Summer	-0.294	0.349	0.316
Autumn	-0.169	0.505	0.116
Year	-0.336	0.654	0.277

## (f) Prefecture

	Paddy field	Plowed field	Housing land
Jan.	-0.405	-0.389	0.400
Feb.	-0.263	-0.241	0.255
Mar.	-0.177	-0.143	0.157
Apr.	0.034	0.005	0.012
May	0.140	0.122	-0.122
Jun.	0.002	0.074	-0.064
Jul.	-0.236	-0.166	0.180
Aug.	-0.307	-0.334	0.353
Sep.	-0.098	-0.081	0.119
Oct.	-0.350	-0.285	0.297
Nov.	-0.057	0.009	0.003
Dec.	-0.135	-0.081	0.097
Winter	-0.358	-0.337	0.345
Spring	0.249	0.249	0.035
Summer	-0.247	-0.194	0.213
Autumn	-0.222	-0.155	0.180
Year	-0.341	-0.286	0.314

次に、土地利用データと西暦年との相関係数を求め、田、畑、宅地と年代との相関性を見た。その結果を Table 6 に示した。相関係数の結果を見ると、田、畑では飯田市の畑以外非常に強い負の相関性があり、その範囲は、田では $-0.996 \sim -0.953$ 、畑では飯田市を除くと $-0.995 \sim -0.971$ 、宅地では非常に強い正の相関性があり、その範囲は $0.875 \sim 0.997$ となった。つまり、田、畑では、年代が増す毎に面積が減少しており、宅地は年代が増す毎に面積が増加していることが分かる。

## 6. 気温部分データと土地利用データとの相関性

土地利用が気温にどのように影響しているかを両者の相関係数を使って調べた。気温部分データと土地利用データとの相関係数を、長野市の場合を Table 7(a)、松本市の場合を Table 7(b)、飯田市の場合を Table 7(c)、諏訪市の場合を Table 7(d)、軽井沢町の場合を Table 7(e)、及び県全体の場合を Table 7(f) に示した。全体的には、田、畑では負の相関、宅地では正の相関が見られる。その範囲は、田、畑、宅地の順に、長野市では $-0.384 \sim 0.112$ 、 $-0.387 \sim 0.106$ 、 $-0.116 \sim 0.396$ 、松本市では $-0.374 \sim 0.249$ 、 $-0.337 \sim 0.226$ 、 $-0.201 \sim 0.352$ 、飯田市では $-0.474 \sim 0.153$ 、 $-0.115 \sim 0.654$ 、 $-0.115 \sim 0.513$ 、諏訪市では $-0.430 \sim 0.068$ 、 $-0.442 \sim 0.125$ 、 $-0.054 \sim 0.556$ 、軽井沢町では $-0.337 \sim 0.118$ 、 $-0.352 \sim 0.109$ 、 $-0.157 \sim 0.434$ 、県全体では $-0.405 \sim 0.249$ 、 $-0.389 \sim 0.249$ 、 $-0.122 \sim 0.400$ となった。また、田、畑、宅地共に寒い季節の平均気温との絶対値が大きくなっていることが読み取れる。このことから、田、畑が減少し、宅地が増加すると寒い季節の平均気温が上昇する関係にあるものと推察される。

## 7. まとめと今後の課題

本研究は、温暖化を長野市、松本市、飯田市、諏訪市、軽井沢町、長野県全体の6地域のように、比較的小さな地域に限定して調べてみた。その結果を纏めると次の通りである。

- 1) 長い期間で見たとき上記6地域のほとんどの月平均気温、季節平均気温、年平均気温の経年変化に明確な温暖化の傾向があった。
- 2) 過去20年の上記の6地域における気温の経年変化には、一律に明確なトレンドは見られなかったものの、寒い季節の気温に温暖化の傾向が認められた。
- 3) 土地利用データの経年変化では、田、畑は減少傾向、宅地は増加傾向にあり、それらと年代との相関係数の絶対値は極めて大きかった。
- 4) 土地利用形態が気温に及ぼす影響を調べた結果、田、畑が減少し、宅地が増加すると寒い季節の気温が上昇する関係にあることが示された。

今後検討したいことは次の通りである。

- 1) 現在、岐阜県と和歌山県で同様な解析を検討中である。本稿の長野県における結果、及びこれら2地域の結果を比較検討し、3地域の地域特性を見い出す。また、他の都道府県にもこのような解析を拡張し、相互比較の範囲を広げる。
- 2) 二酸化炭素等の温室効果ガスによる温暖化と土地利用形態の変化による温暖化との影響の割合を検討し、それが地域によりどのような変化をもたらすのかを解析する。
- 3) 長野県では、年降水量はほぼ減少傾向、月、季節降水量は主に秋、冬の期間で減少

することが確認されている<sup>9)</sup>。温暖化がこれらの降雨の減少傾向とどのような関係にあるのかを解明する。

尚、最後になりましたが、本研究を実施するにあたり、土地利用形態のデータを御提供頂いた長野県総務部情報統計課に深甚なる感謝の意を表します。

## 参 考 文 献

- 1) 気象庁気候・海洋気象部海務課：地球温暖化とその影響―地球温暖化の検出と予測―，気象，No.485，日本気象協会，pp.37-41（1997）。
- 2) 気象庁気候・海洋気象部海務課：地球温暖化とその影響―気候温暖化の影響生態系と農業―，気象，No.486，日本気象協会，pp.34-38（1997）。
- 3) 長野地方気象台：信州の気候百年誌，pp.165-173（1988）。
- 4) 財団法人日本気象協会長野センター：長野県気象月報（1988-1996）。
- 5) 長野県：長野県統計書（1977-1996）。
- 6) 福田治郎：例解演習応用統計入門，pp.293-298（1962）。
- 7) 参考文献6)に同じ，pp.298-300。
- 8) 参考文献6)に同じ，pp.99-101。
- 9) 砂長谷浩一：長野県における月・季節・年降水量の時系列特性，平成8年度（1996年度）信州大学大学院工学系研究科修士学位論文（1997）。