

東海地域の温暖化の検証(気象庁のデータを活用)と予測

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2018-03-09 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 北村, 孔志 メールアドレス: 所属:
URL	https://doi.org/10.14945/00024786

東海地域の温暖化の検証 (気象庁のデータを活用) と予測

北村 孔志

1. はじめに

1960年代から1980年代にかけて異常低温化現象が各地で頻発した。これは氷河期がやってくる前兆だと声高に叫ばれたり、異常気象に関する書物も多く見られた(根本, 1979)。

同じ頃、スクリップス海洋研究所は1958年からハワイのマウナロア観測所で精度の高いCO₂濃度の観測を行い、その結果をキーリング曲線として報告した(Wear, 2003)。今日では、大気中のCO₂濃度上昇と地球温暖化との相関関係は明白である。温暖化は、化石燃料の大量使用により大気中のCO₂などの濃度が増加することで、放射赤外線が再吸収されるために生じる温室効果のことである。温室効果は悪役の代名詞のような印象を受けるが、決して悪ばかりではない。温室効果がない場合、地表の平均気温は-18℃となってしまいが、ほどほどの温室効果のおかげで現在の地球は平均気温が15℃に保たれている(環境庁地球環境部, 1997)。近年、温室効果による北極海での氷の減少や台風(ハリケーン含む)の巨大化など、異常気象の危険性が現実的となってきた。京都新聞連載のシリーズ「環境を考える」(<http://www.kyoto-np.co.jp/kp/special/ecology/ecology.html>)では、ナガサキアゲハ(*Papilio memnon*)は、1940年代は山口県西部が分布の北限であったが、1980年代には大阪府北部まで拡大していることを報告した。井原は長野県天龍村で2003年にナガサキアゲハ(*Papilio memnon*)を確認し、2005年にはナガサキアゲハ(*Papilio memnon*)の産卵及び蛹化も確認した(井原・浜, 2004, 2005, 2007)。南方系の蜘蛛であるスズミグモ(*Cyrtophora moluccensis*)は、1970年頃は西日本のみで見られたが、最近では関東地方でも見かけられるようになった(環境庁地球環境部, 1997)。琵琶湖博物館レポーターだよりでは、クマゼミ(*Cryptotympana facialis*)北上の可能性について報告した。亜熱帯性のチョウ(Lepidoptera)や蜘蛛類(Araneae)が越冬できるようになったのは、温暖化の影響との推定が可能である。しかし、クマゼミ(*Cryptotympana facialis*)の場合は、公園造成等における樹木の移植に伴う南方からの人為的分布拡大の可能性が捨てきれない。生物の移動からではなく、気象庁のデータを活用すれば各地域での温暖化の検証及び将来の予測が可能である。

気象庁のデータを活用した温暖化の検証については北村(2006)の報告があるが、将来の予測や原因の考察がない。本稿では、公開されている気象庁のデータを活用し、東海地域の温暖化の検証や将来の予測を通して、急激に進行する温暖化への警鐘をより身近なものとするを目的とした。また、この方法は小中学生の環境教育への導入や問題提起が可能である。

東海地方(静岡県・愛知県・三重県・岐阜県)の観測地を名古屋、岐阜、高山、浜松、津に限定したのは、気象観測開始時期が各地で異なること、過去100年前まで遡れるのはこの5地点しかないためである。

尚, Al Gore 前米副大統領及びIPCC (国連の気候変動に関する政府間パネル) は, 2007年ノーベル平和賞に輝いた. 時勢に適合したこの受賞は, 絶妙なタイミングであり世論の関心をより一層温暖化問題へ向けさせる契機となるであろう.

表1. 各都市(東京・名古屋・津・岐阜・浜松・高山)の人口の推移. 人口の単位は人.

都市	年代	人口	年代	人口	伸び率(倍)	備考
東京市	1889	1,389,684	2007	8,641,764	6.22	※23区
名古屋市	1889	162,767	2007	2,234,243	13.73	
津市	1889	28,156	2007	288,647	10.25	
岐阜市	※1907	43,122	2007	412,757	9.57	※岐阜市
浜松市	※1911	36,782	2007	809,313	22.00	※浜松市
高山市	※1920	16,344	2007	95,809	5.86	※行政情報

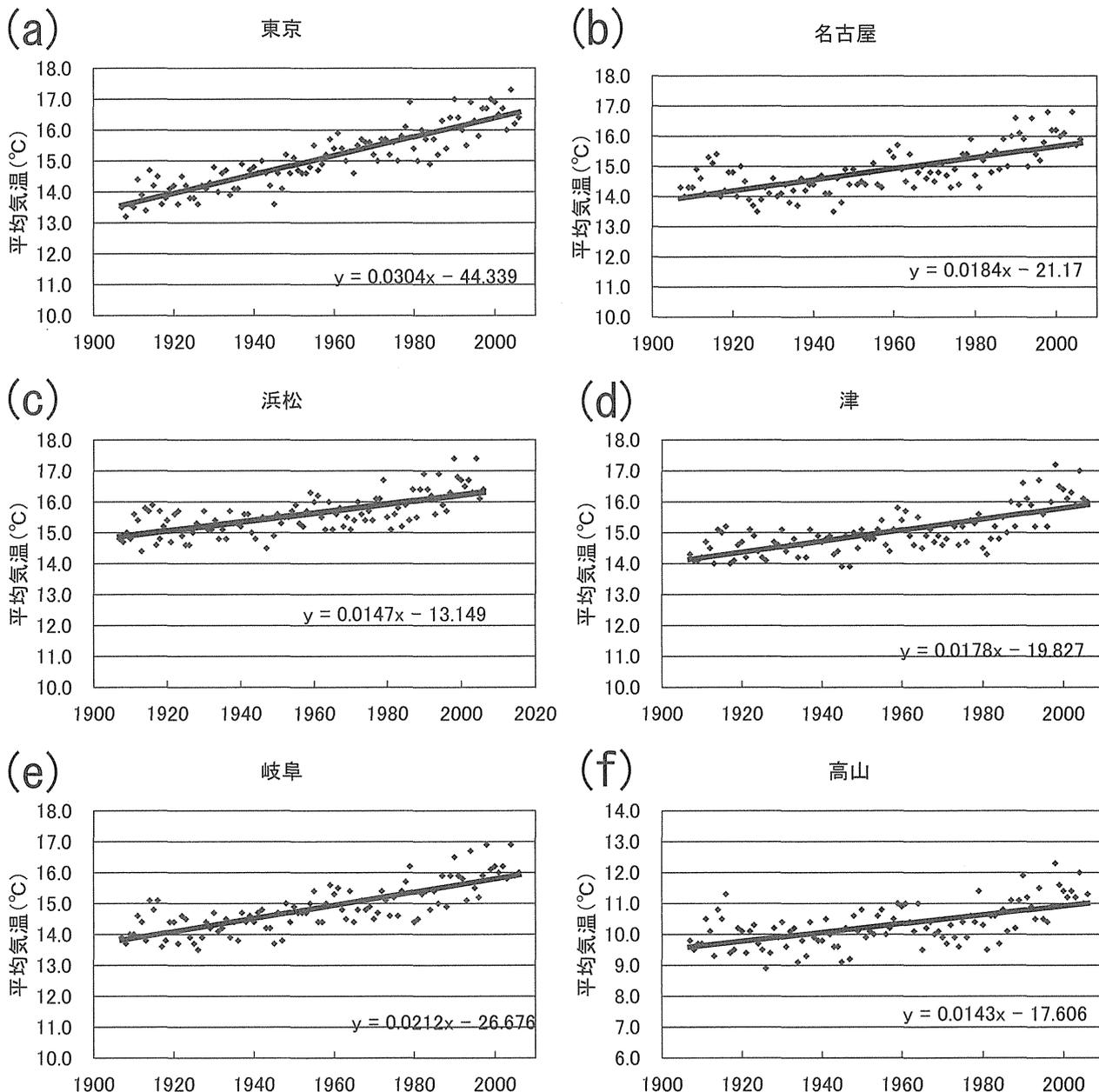


図1. 各地の100年(1907年~2006年)間の平均気温と近似グラフ. (a) 東京の平均気温の散布図と近似グラフ. (b) 名古屋の平均気温の散布図と近似グラフ. (c) 浜松の平均気温の散布図と近似グラフ. (d) 津の平均気温の散布図と近似グラフ. (e) 岐阜の平均気温の散布図と近似グラフ. (f) 高山の平均気温の散布図と近似グラフ.

2. 研究の方法

この研究は、公開されている気象庁のデータを活用するものである。降水量などのデータは、国土交通省なども蓄積（ダム管理などで）しているが、こちらは公開されないため利用できない。前回報告した温暖化の検証（北村, 2006）で用いた気象庁のホームページに一部変更がみられたので、再度データの入手方法を示す。また、温暖化を促進しているのは、都市化の影響も大きいと考えられるので都市人口の入手についても示した。

(1) 気象データ取得の方法：

データ入手：データの入手は気象庁のホームページ (<http://www.jma.go.jp/jma/index.html>) を利用する。気象庁と入力し、気象庁 (Japan Meteorological Agency) を選択する。以下次のように行う。

- ・気象統計情報：過去の気象データ検索を選択する。
- ・地点の選択：都府県支庁を選択する。
- ・都道府県支庁：地図から都道府県支庁を選択する。地点の選択を行う。
- ・年月日の選択：必要とする年や月を選択する。
- ・の種類：観測開始からの月ごとの値。または、必要とする年の月ごとの値を表示を選択する。必要とするデータ（気圧 (hPa) ・降水量 (mm)）・気温 (°C) ・雪日数など）から必要なデータを選択する。なお、本論文で仕様したデータは、全て気象庁のホームページにデータ (<http://www.jma.go.jp/jma/index.html>) として掲載されているものである。観測開始は全国一律ではないため、使用できる観測地点のデータは一様ではない。必要に応じて使い分ける必要がある。

データの一覧化：（例）エクセルを利用しデータを入力する。

データのグラフ化：データの入手が終わったら、必要に応じてグラフ化する。グラフは散布図を選択するとよい。必要に応じてオプションの追加を行うことにより、近似曲線や近似式などを加えることができる。

目的に応じたデータの利用：（例）100間の平均気温の推移、100年間の年降水量の水位など。

(2) 都市人口のデータ取得の方法：

データ入手：Wikipedia 人口動態統計（日本）・日本の市の人口 (<http://www.weblio.jp/content/>) を利用し入手する。岐阜市の人口は、岐阜市経営管理部統計分析室の資料を利用した。

データの入力：（例）エクセルを利用しデータを入力する。

表 2. 各都市の線形近似式を用いた平均気温の予測値。単位は°C。

地名	線形近似式	1900年(°C)	2000年(°C)	2050年(°C)	2100年(°C)
浜 松	$Y=0.0147X-13.149$	14.8	16.3	17.0	17.7
東 京	$Y=0.0304X-44.339$	13.4	16.5	18.0	19.5
岐 阜	$Y=0.0212X-26.676$	13.6	15.7	16.8	17.8
津	$Y=0.0178X-19.827$	14.0	15.8	16.7	17.6
名古屋	$Y=0.0184X-21.17$	13.8	15.6	16.6	17.5
高 山	$Y=0.0143X-17.606$	9.6	11.0	11.7	12.4

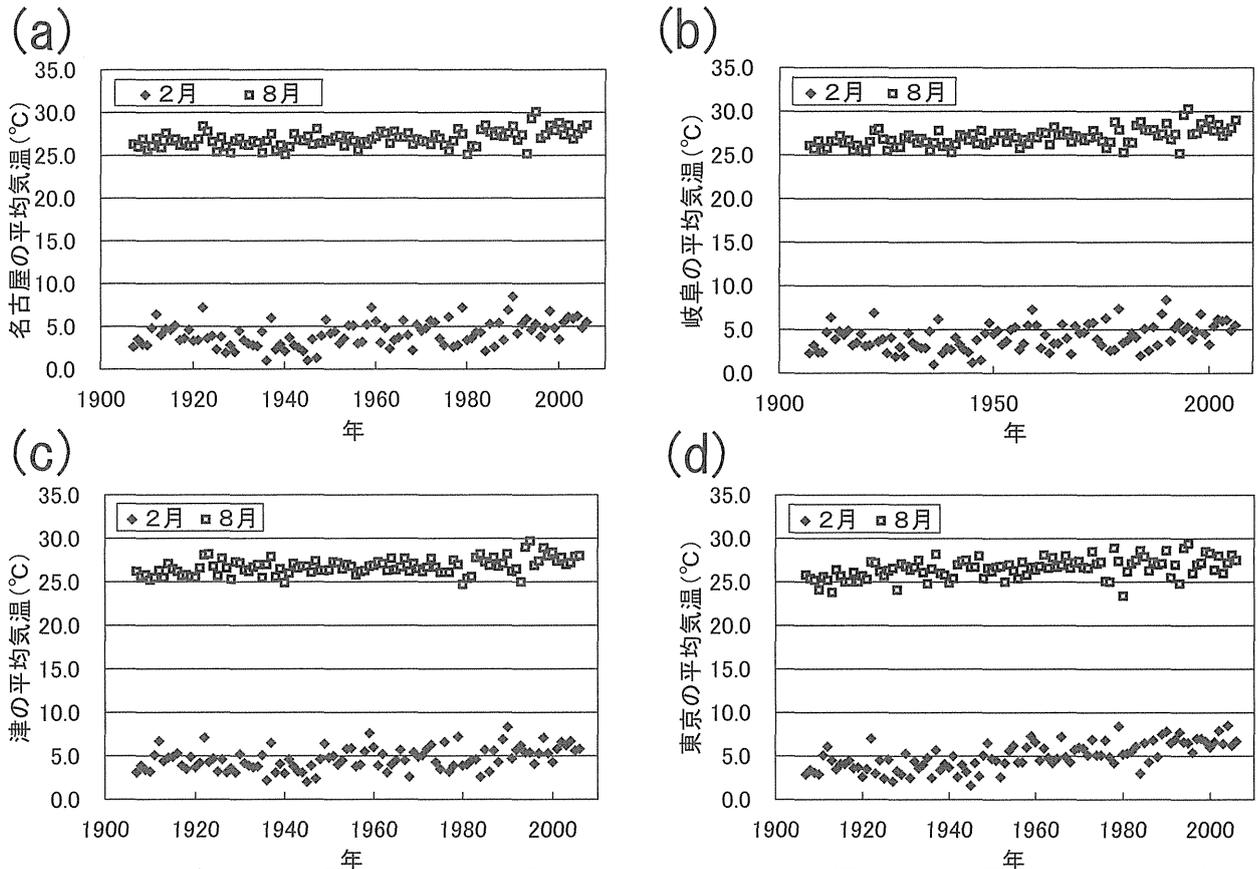


図 2. 名古屋, 岐阜, 津の2月と8月の100年間(1907年～2006年)の気温。(a) 名古屋。(b) 岐阜。(c) 津。(d) 東京。

3. 結果

(1) データを基にした100年間(1907年～2006年)の平均気温(°C)の推移: 年の平均気温は毎月の月間平均気温, 月の平均気温は毎日の平均気温の月平均, 一日の平均気温は毎正時24回の観測値の平均である。名古屋, 岐阜, 高山, 浜松, 津の5都市及び参考として東京を加えた。この100年間でどの観測地点でも, 平均気温の上昇が確認できた(図1)。しかし, 観測地点によって平均気温の上昇にバラツキが生じている。2月と8月の気温も平均気温と同様に上昇している(図2)。その原因の一つとして, 都市化の影響が大きいと考えられる。平均気温の上昇は, 都市化の影響も考慮する必要があると思われるので, 人口の変化(Wikipedia)を比べてみた(表1)。気温上昇と都市人口の増加とは必ずしも一致しなかった。

表 3. 各都市の近似式を用いた年間降水量の予測値。単位は mm。

地名	近似式	1900年	2000年	2050年	2100年	備考
東京	$Y=0.0716X^2-282.38X+279704$	1658.0	1344.0	1724.0	2462.0	多項式近似
名古屋	$Y=0.0579X^2-226.88X+223841$	1788.0	1681.0	2061.8	2732.0	多項式近似
浜松	$Y=-2.4917X+6781.2$	2047.0	1797.8	1673.2	1548.6	線形近似
津	$Y=-2.1782X+5949.3$	1810.7	1592.9	1484.0	1375.1	線形近似
岐阜	$Y=-0.6209X+3101.7$	1922.0	1860.0	1828.9	1797.8	線形近似
高山	$Y=-0.9648X+3658.0$	1824.9	1728.4	1680.2	1631.9	線形近似

※ 単位は mm

表 4. 似式を用いた各都市の1900年, 2000年, 2100年の1月2月の雪日数の予測。単位は日。

都市	式	1900年	2000年	2100年
東京	$Y=-0.034X+73.729$	9.1	5.7	2.3
名古屋	$Y=-0.0491X+109.78$	16.5	11.6	6.7
浜松	$Y=-0.0136X+32.08$	6.2	4.9	3.5
津	$Y=-0.019X+50.959$	14.9	13.0	11.1
岐阜	$Y=-0.0394X+95.502$	20.6	16.7	12.7
高山	$Y=0.499X-52.934$	41.9	46.9	51.9

(2) 近似式による約100年後の平均気温の予測：線形近似式によると2100年には、名古屋・浜松・津・岐阜の各観測地点の平均気温は17℃を越え、東京は19℃以上で亜熱帯の気候となってしまうことが判明した(表2)。

(3) データを基にした100年間(1907年～2006年)の年間降水量(mm)の推移：近年降水量の増加が指摘されているが100年前と比較した結果、年間降水量は増加しているとは言いがたく、逆に減少傾向であることが判明した。名古屋及び東京では降水量の減少から回復傾向がみられた(図3, 表3)。

(4) データを基にした75年間(1931年～2006年)の1月2月の雪日数の推移：図4では目盛り間隔が大きいためはっきりしないが、表4では差が明確となる。高山を除き他の5都市は雪日数(雪の降った日数。一瞬でも雪を観測すれば雪日数となる)の減少が著しい。温暖化の影響と考えられる。

(5) 近似式による100年後の雪日数の予測：近似式によると2100年には、名古屋・浜松・岐阜・東京の各観測地点の雪日数は大幅に減るが、高山だけは増加することが判明した(表4)。高山の雪日数の増加と1月2月の降水量の増加とは結びつかなかった。このデータを見る限り雪日数の減少は、年間降水量の減少よりも温暖化の影響と考えられる。

4. 考察

巷で言われている通り東海地方のどの観測地点においても、図1で示すように100年間に平均気温(変動しながらも)は確実に上昇している。その上昇は急激である(特に東京)。線形近似式によると1900年から2000年までの100年の間に、対象として加えた東京は、3.1℃、名古屋1.8℃、浜松1.5℃、津1.8℃、岐阜2.1℃、高山1.4℃の上昇であった(表2)。IPCCによる地球温暖化の予測では、この100年で気温が最も上昇すると仮定すると2100年には3.5℃の上昇と予測している(環境庁地球環境部, 1997)。表2の線形近似式を用いた近似(現状のままと仮定)では、2100年には東京の平均気温は6.1℃の上昇、岐阜では4.2℃、名古屋では3.7℃の上昇となりIPCCの予想を超える結果となった。一番低い高山でも2.8℃の上昇となる。気温上昇の原因として海流や地形などの自然要因を考慮する必要があるが、どの地域においても気温の上昇は明白な事実である。各地域の平均気温は上昇しているが、上昇の傾向は一様ではない(同じ率ではなくバラツキがある)理由として、人口の伸び率ではなく人口集中に伴う都市化の差を考慮する必要がある(表1)。平成の大合併で誕生した都市には、市域面積が全国第一位の高山市や第二位の浜松市がある。この両市は広大な山地を含むため人口の伸び率と気温上昇とは必ずしも一致しない。東京での気温上昇が特に著しいのは、都市化による人口の集中と人間活動に伴う大量の熱エネルギー消費(発生)のためと思われる。その一例として、人間活動の結果により生じる環八雲がある(塚本, 1998)。大都市のヒートアイランド現象は今や東京ばかりではなく大阪、名古屋、札幌でもみられる。このヒートアイランド現象の原因は複雑に絡み合っているが、化石燃料の使用以外にも森林面積の減少、緑のダムといわれる水田の減少や森林面積減少に伴う植物からの蒸散量の減少、これに付随する大気中の水蒸気の減少が気温の上昇及び降水量の減少を引き起こしていると思われる。名古屋、岐阜、津、東京の観測地点(図2には示していないが浜松、高山も同様である)での2月と8月の100年間の平均気温をみても気温上昇は明白な事実である(図2)。これらの

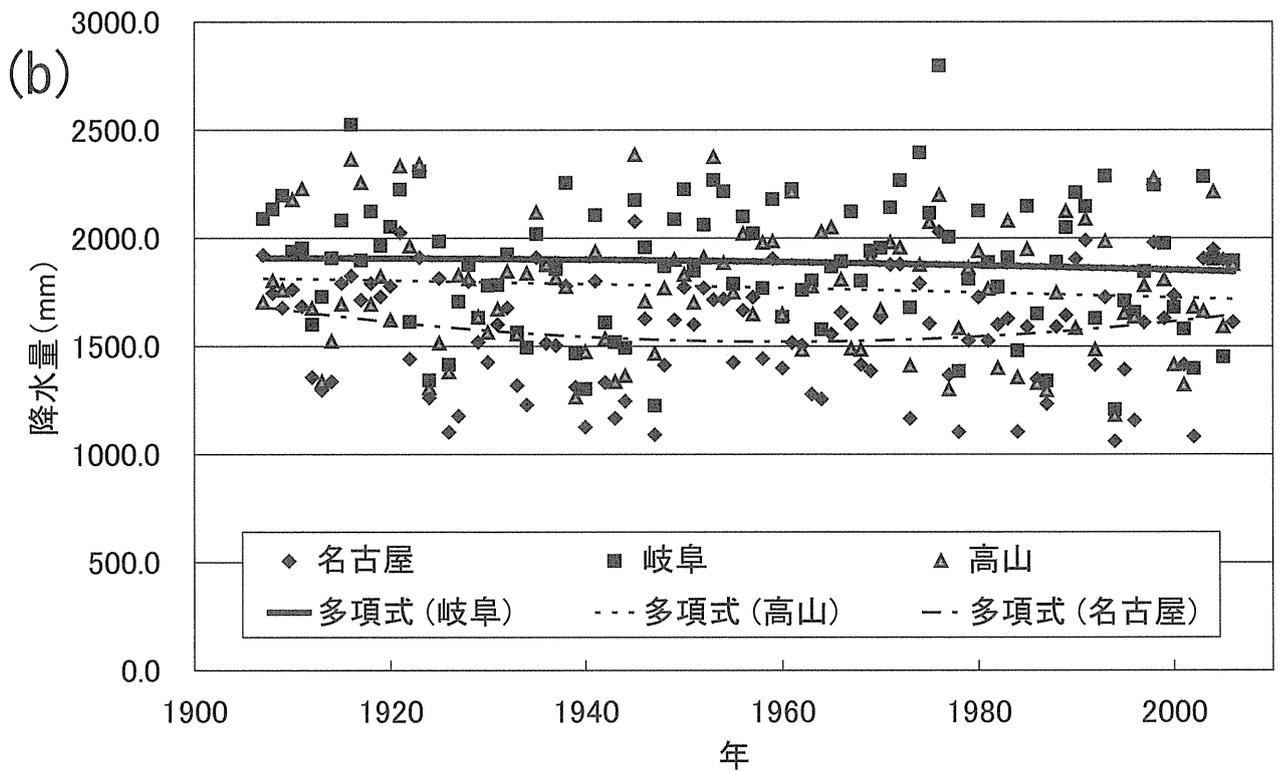
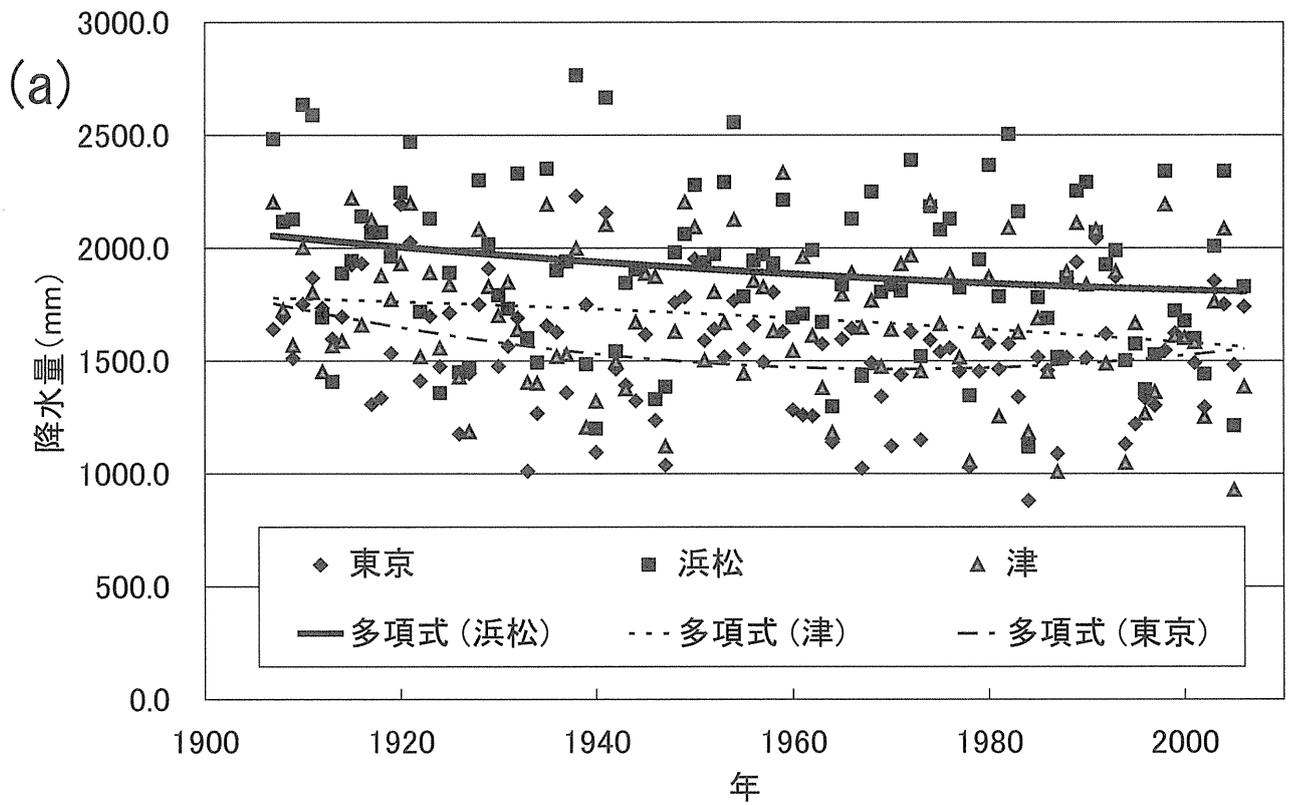


図3. 各都市の100年間(1907年~2006年)の降水量と近似グラフ。(a) 東京・浜松・津の降水量と近似グラフ。(b) 名古屋・岐阜・高山の降水量と近似グラフ。

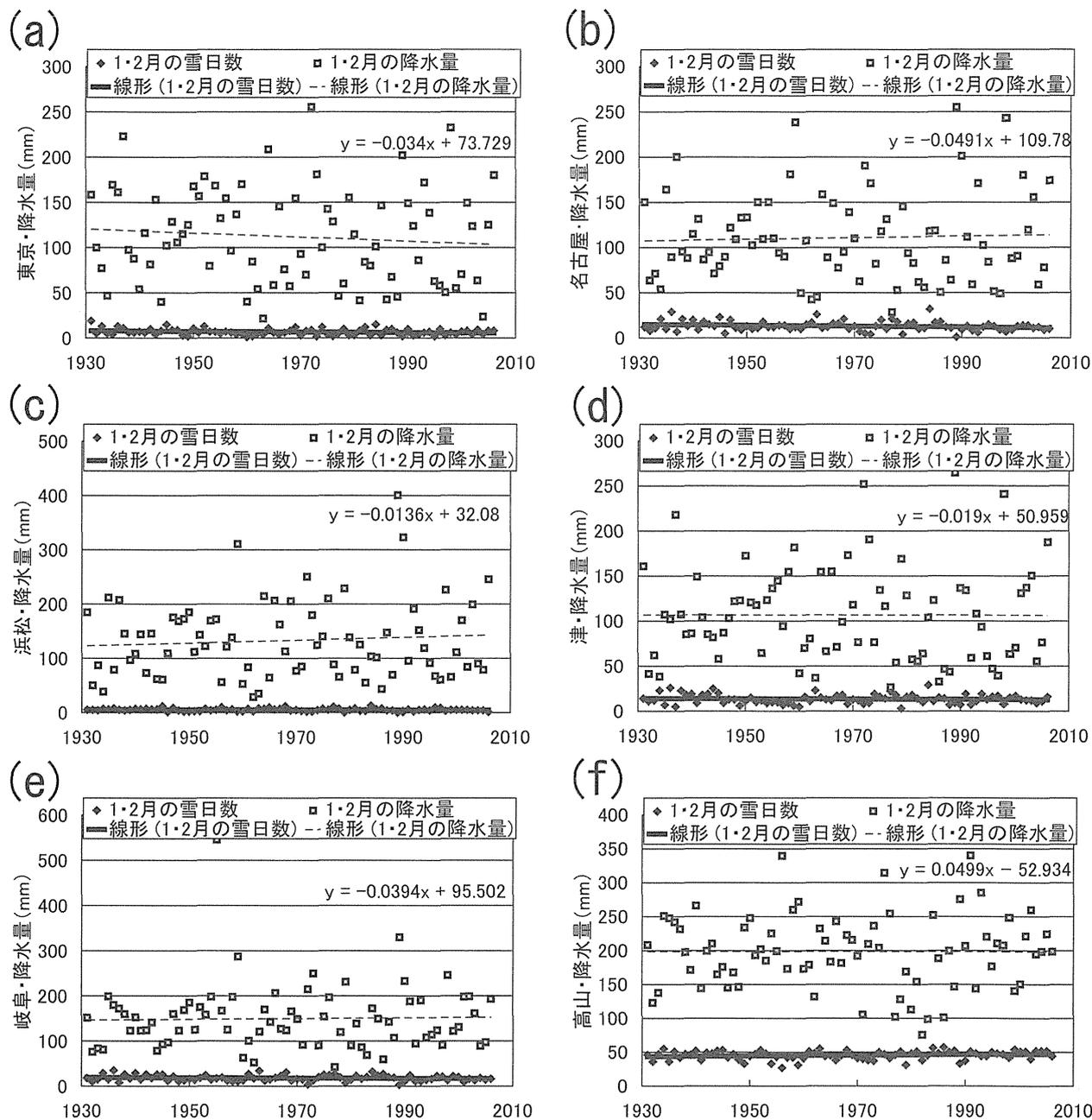


図4. 各都市の1月2月の雪日数と降水量(1931年から2006年までの75年間)及び近似グラフ。(a) 東京の1月2月の雪日数と降水量の近似グラフ。(b) 名古屋の1月2月の雪日数と降水量の近似グラフ。(c) 浜松の1月2月の雪日数と降水量と近似グラフ。(d) 津の1月2月の雪日数と降水量の近似グラフ。(e) 岐阜の1月2月の雪日数と降水量の近似グラフ。(f) 高山の1月2月の雪日数と降水量の近似グラフ。

明白な気温上昇は人為的背景と考えざるを得ない。

年間降水量は年度によりバラツキが大きいため一概には断定できないが、各観測地点の100年間(1907年～2006年)の降水量は、岐阜、高山、浜松、津では減少傾向となっている(図3)。降水量の減少が乾燥化を招き、さらに降水量の減少を招いていると推定される。しかし、東京と名古屋は減少傾向から増加傾向に転じている。東京と名古屋の場合は、人間活動に伴うヒートアイランド現象によ

る局地的な降水が加わり、結果的に増加したと推定した。

各都市の雪日数も年度によりバラツキが大きいですが、全体傾向としては確実に減少に向かっている。降水量と雪日数は必ずしも一致しなかった。一致しない原因の一つとして、観測時に雪が舞っていれば雪日数にカウントされるためと思われる。雪日数の減少も温暖化の影響が如実に現れている証拠と考えられる。

5. まとめ

現状のまま推移し手を拱いていると、1900年から2100年までの200年間で、名古屋、津、岐阜では3℃以上の上昇（平均気温）となり温暖化がより進行し、東京は亜熱帯の気候に近づく可能性が出てきた。温暖化は異常気象を引き起こすばかりではなく生態系にも大きな影響を与えている。アメリカ・フロリダ州のミシシッピーワニ（Alligator mississippiensis）は、内分泌攪乱化学物質による脱雄性化や孵化率の低下が問題となっている。温暖化は内分泌攪乱化学物質の悪夢に加え、爬虫類の仲間であるワニ・トカゲ・カメなどの孵化にも深刻な影響を与える（伊豆熱川バナナワニ園、<http://www4.iyounet.ne.jp/~wanien/index2no2.htm>）。この件については、南アフリカ Stellenbosch 大学の Alison Leslie が「地球温暖化はワニにとって大打撃？」と警鐘を鳴らしている（http://www.earthwatch.jp/project/projectlist/world/8_af/zambezi_crocodiles.html）。

砂浜海岸の急速な減少はダムによる土砂の供給が絶たれたことも理由の1つではあるが、温暖化による海面上昇の影響も大きい。生態系や稲作などの農作物にまでも大きな影響を与える温暖化は、結局は一人ひとりの行動や意思にかかってくるのではないだろうか。熱い水（湯）にカエルを入れると慌てて飛び出すが、ぬるま湯に入れておくとそのまま茹ってしまうという「茹でガエル」にならないように、まずは足元である地元地域の温暖化の現状を知り、将来の変動を最小限に抑えるような賢明な行動が必要となるであろう。

小中学校生の利用に関しては、データの収集は目的を持った幅広い知識の育成に繋がり、グラフ化することは科学する力の育成を、データ解釈は思考力・探求力の育成となるであろう。また、自分なりの考え方を持つことは多方面に関心を向けより多くの情報収集に目を向けることに繋がる。温暖化の検証は、身近な問題として扱うよい材料となるのではないだろうか。

今後の課題としては、2100年での年間降水量予想は東京と名古屋は、線形近似式だと極端な減少傾向となり、多項式近似式だと首を傾げる値となる。年による降水量のバラツキの大きさが予想を難しくしていると思われる。正確な予想値の産出方法を見つけることも大切なことである。

快適な環境を求め自然の営みをさえも変えてしまう人類の果てしない欲望から、かけがえのない地球を守る活動へと方向転換することが大切だと切に思われる。これから地球は氷河期に向かうと叫ばれた時代が懐かしく思える昨今である。

6. 引用文献

井原道夫・浜 正彦（2004）：長野県におけるナガサキアゲハの発生. まつむし, 93, 1-2.

井原道夫・浜 正彦（2005）：長野県におけるナガサキアゲハその後. まつむし, 94, 38-39.

- 井原道夫・浜 正彦 (2007) : 長野県におけるナガサキアゲハ2006年の記録. まつむし, 96, 26-28.
- 環境庁地球環境部 (1997) : 地球温暖化 日本はどうなる. 読売新聞社, 121p.
- 北村孔志 (2006) : 身近な地域のデータを活用した温暖化の検証 (気象観測データの利用) . 静岡地学, 94, 9-12.
- 根本順吉 (1979) : 氷河期が来る 異常気象が告げる人間の危機. 光文社, 210p.
- 塚本治弘 (1998) : 科学で環境探検 環八雲ってどんな雲? 大日本図書, 55p.
- Weart, S. R. (2003) : The Discovery of Global Warming. Harvard University Press, 262p.