

(3) 富山県における地球温暖化に関する調査研究

一 富山県内における冷暖房使用量の変化 一

初鹿 宏壮 川崎 清人 近藤 隆之 林 豊治 万尾 和恵
木戸 瑞佳 土原 義弘

デGREEという指標を用いて、富山県内9地点の夏季の冷房使用量と冬季の暖房使用量の変化傾向を調査した。冷房デGREEから推測される夏季の冷房使用量については、大きな変化ではないものの近年に増加傾向がみられ、特に梅雨明け時期に顕著であった。また、暖房デGREEから推測される冬季の暖房使用量については、夏季の変化と比較して大きな減少傾向が確認され、その変化は秋口と春先に多くの地点で顕著であった。近年の秋口や春先の気温上昇により、この時期の暖房使用量を削減できるようになってきていると考えられる。

1 はじめに

地球温暖化の影響は自然環境や生活環境等、様々な分野に現れるといわれ、その調査研究は世界的に行われている。しかしながら、これらの多くが地球規模の包括的な視点から行われるシミュレーション研究であり、「待ったなし」といわれている温暖化対策を進めるうえで、地域レベルの観測資料を用いた身近に現れる温暖化傾向に関する研究とその成果の活用が期待されている。

このことから当センターでは、富山県における温暖化対策のうち、県民による民生部門での温暖化防止活動に関する取組や様々な分野での適応策・予防策に活用するために、富山県内に見られる自然環境や生活環境に対する温暖化影響についての研究を平成18年度から推進している。これまでに得られた成果の一部は、パネル化して市町村や環境団体に貸与しており、各種の環境イベント等で活用されてきている。この報告では、夏季の冷房使用量と冬季の暖房使用量をターゲットとして、近年の変化傾向を推定した結果を報告する。

2 方法

2-1. 冷房・暖房デGREE

本報告では、デGREE（単位は度・日。以下は省略する。）という指標を用いる。冷房デGREEとは、夏季の暑い日に冷房に要するエネルギーを簡易に見積もるために用いられる指標であり、冷房を必要とする期間の室温から導出された基準温度と、日平均気温によって見積もった外気温との差の積算値で表す。したがって、数値が大きいほど冷暖房に係るエネルギー消費量が大きくなると考えられる。同様に、暖房デGREEは、冬季の寒い日の暖房に要するエネルギーを見積もるために作成された指標であり、夏季の冷房デGREEとともに、積算した期間の平年に対する寒暖の程度を把握することが可能である。

ただし、実際の冷暖房使用量は、石油や石炭を取り巻く国際情勢の動向、核家族化などによる生活様式の変化、高断熱仕様の導入などによるエコ住宅化等、多くの要素が複雑に絡み合う。また、デGREEの計算方法は住宅業界やエネルギー産業界など各界で異なっている。これ

表 1：解析に用いた観測地点（地点名、観測年数）の一覧

観測地点	伏木	富山	氷見	砺波	南砺高宮	八尾	上市	魚津	泊
夏季	78	48	30	32	30	30	30	30	30
冬季	77	47	30	32	30	30	(30)	30	30

冬季の上市は 1984 年に欠測期間がある。

らを勘案して本研究では、富山県民や事業所に近年のデGREEデーの変化傾向をより分かりやすく提示するために、理科年表(1992)に準拠する形で簡単な式を用いている。なお、理科年表(1992)では、冷房用に定めた基準温度を気候値として上回る日から下回る日の間を冷房期間として、また、暖房用に定めた基準温度を気候値として下回る日から上回る日の間を暖房期間として、それぞれの間のデGREEデーを求めているが、本研究では近年の気候変化による影響を

勘案して、冷房デGREEデーの解析期間を 6 月 1 日～9 月 30 日、暖房デGREEデーの解析期間を 10 月 1 日～4 月 30 日と固定して解析することとした。

有限の期間の積算値については、時期により積算日数が異なり、例えば旬ごとなら上・中旬は 10 日だが、下旬は 8 日～11 日のように変動する。そこで、ある日の日平均気温を $T_{ave}(n)$ 、積算する日数を $ndays$ として便宜上積算記号を用いて関係式を表すと、冷房デGREEデーは、

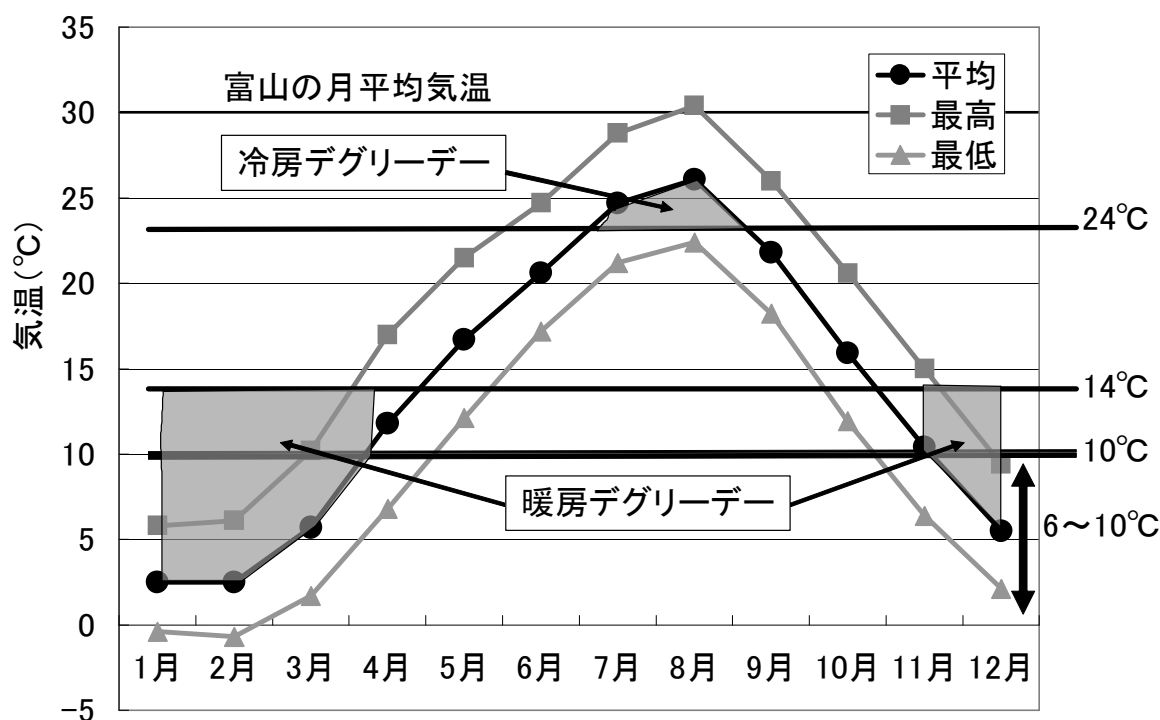


図 1：冷房デGREEデーと暖房デGREEデーの概念図。富山の月平均気温と、日最高気温、日最低気温のそれぞれの月平均値と、冷房・暖房に対する基準温度を用いて説明している。冷房デGREEデーは平均気温が基準温度（24°C）を上回った積算量で表し、暖房デGREEデーは平均気温が 10°C を下回ったときの基準温度（14°C）との差の積算量で表す。なお、実際の計算では日平均気温を用いる。

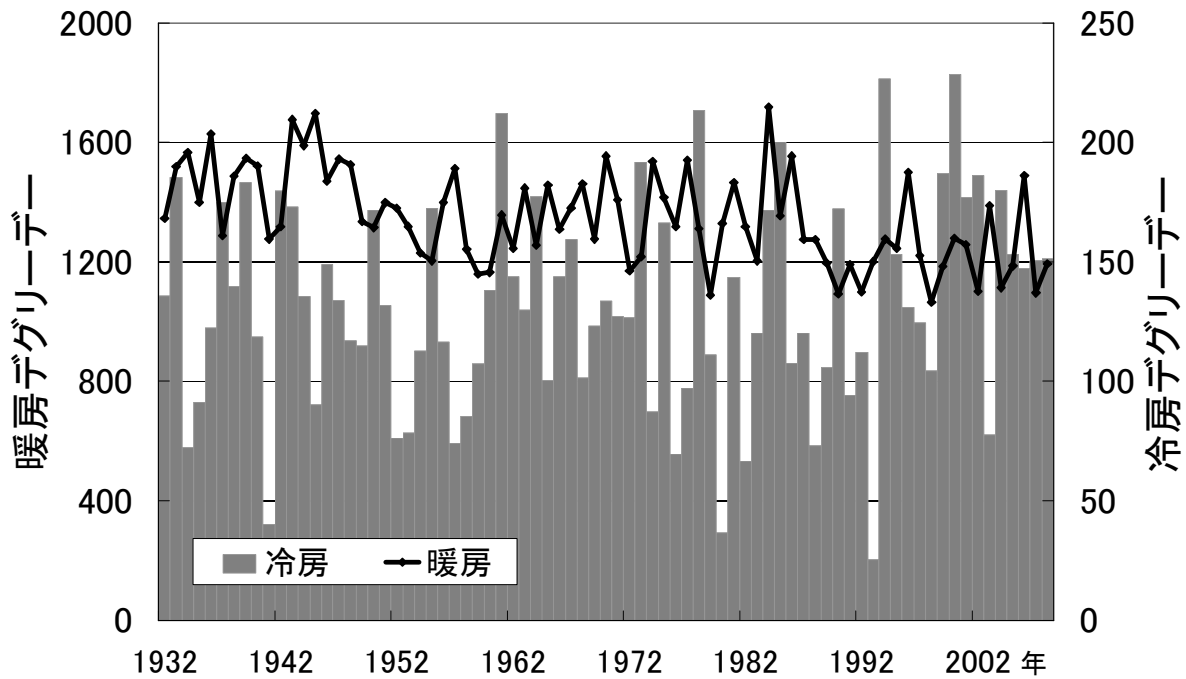


図 2：伏木における夏季（6月～9月）積算の冷房デGREEデー（灰色棒グラフ、右軸）と冬季（10月～4月）積算の暖房デGREEデー（折れ線グラフ、左軸）

$Tave(n) \geq Tstd$ の条件を満たす日のみについでの積算値、

$$\sum_{n=1}^{ndays} Tave(n) - Tstd \dots (\text{但し、} Tave(n) \geq Tstd)$$

となり、また、暖房デGREEデーについては、 $Tave(n) \leq 10^\circ\text{C}$ の条件を満たす日のみについでの積算値、

$$\sum_{n=1}^{ndays} Tstd - Tave(n) \dots (\text{但し、} Tave(n) \leq 10^\circ\text{C})$$

でそれぞれ表すことができる。ここで、各々のデGREEデーの計算に用いる基準温度 $Tstd$ は、

$$\begin{cases} Tstd = 24^\circ\text{C} \dots (\text{冷房デGREEデー}) \\ Tstd = 14^\circ\text{C} \dots (\text{暖房デGREEデー}) \end{cases}$$

である。図 1 に、一例として $Tave$ に富山の月平均気温を用いた冷房・暖房デGREEデーの概念図を示す。

2-2. 使用データ及び有意性検定手法

実際の $Tave$ については、富山県内 9 地点（伏木、富山、氷見、砺波、南砺高宮、八尾、上市、魚津、泊）の気象庁アメダス日平均気温データを用いることとした。9 地点の日平均気温データの夏季（6月～9月）と冬季（10月～4月）の存在年数を表 1 に示す。年数は地点により大きく異なり、伏木（1931年～2008年）や富山（1961年～2008年）では長期間データを用いた解析が可能である。一方、氷見や南砺高宮（いずれも 1979年～2008年）など他の地点では 30 年間のみの限られた解析期間となっている。また、上市のように冬季に欠落年（1984年）がある地点も存在する。

ここではまず、データ期間が一番長い伏木について、冷房・暖房デGREEデーの年積算値を求め、その経年変化傾向を解析する。そのうえで、平野部 9 地点の各デGREEデーを、各月の

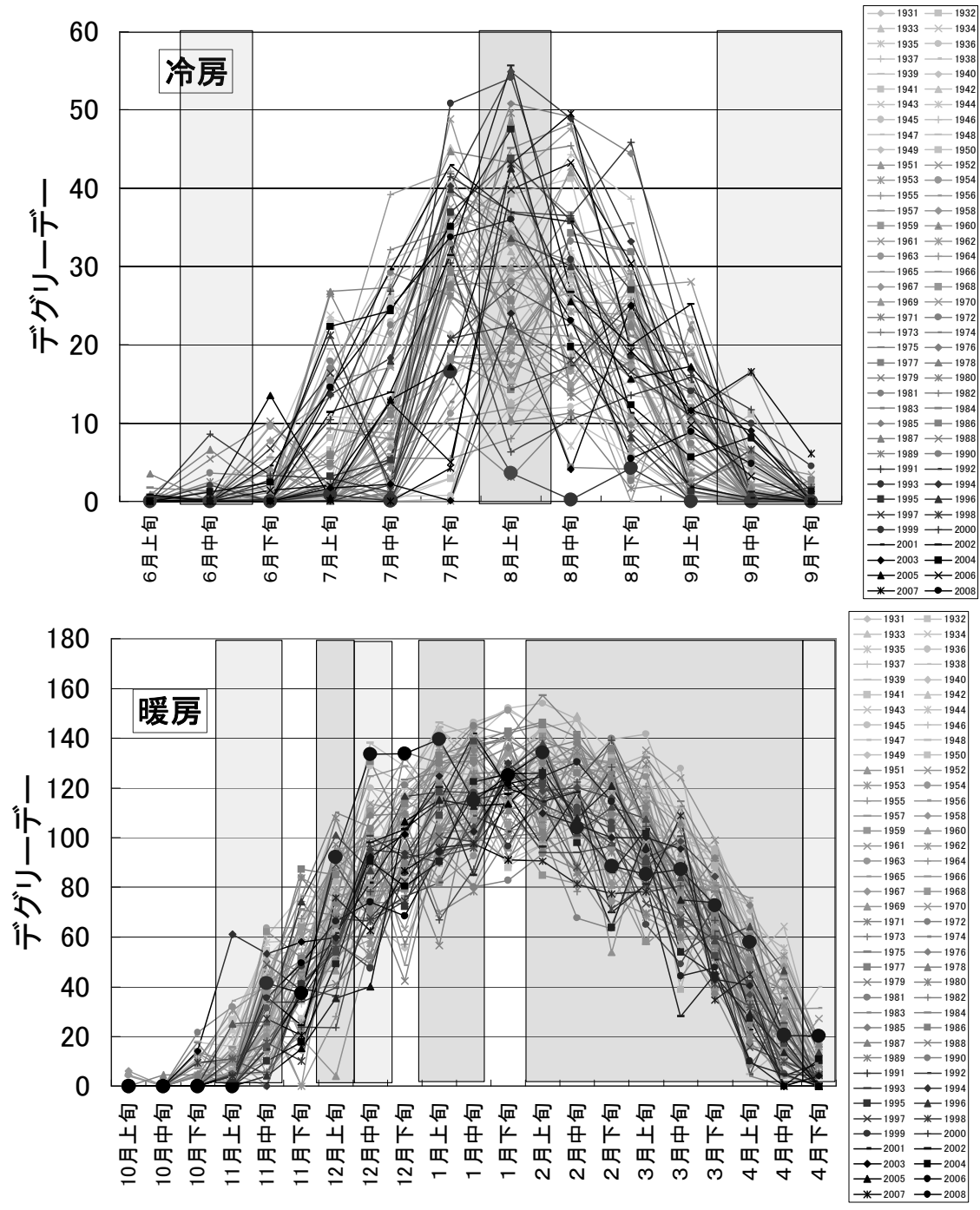


図3：伏木における旬ごとの冷房デGREEデー（上）と暖房デGREEデー（下）。折れ線の色は年代が新しくなるほど濃くなっている。1993年の夏（冷房デGREEデー）と2006年末（暖房デGREEデー）の季節変化については●で示す。また、冷房デGREEデーは増加傾向、暖房デGREEデーは減少傾向を示すものについて、Mann-Kendall検定とStudent-t検定による10%棄却率を双方とも満たす時期に濃い陰影、片方のみ満たす時期に薄い陰影をつけている。

上旬（1日～10日）、中旬（11日～20日）、下旬（20日～月末）ごと（以後、旬ごとと表す。）の積算値として求める。なお、旬ごとの日数の違いをなくすために、下旬についてはどの月も10日あったと仮定した値を求め、季節進行による変化傾向の違いを解析した。さらに、各地点の旬ごとの変化の有意性について、Non Parametric の Mann-Kendall 検定とバラツキが正規分布であることを仮定した Student-t 検定を用いて解析した。

3 結果及び考察

図2は、伏木における冷房・暖房デグリーデーの年積算値である。冷房デグリーデーについては、年ごとの変動が大きいものの、例えば1930～1940年代には平均で130弱であったが、1990～2000年代には150を超える年が多く、平均145以上となっており、増加傾向があることが確認された。このうち1993年は海外からカリフォルニア米やタイ米等を輸入する原因となった全国的な大冷夏の年であり、冷房デグリーデー（25.5）の観点からも、如何にその年が冷涼であったかを窺い知ることができる。逆に、暖房デグリーデーは明確な減少傾向にあることが確認され、例えば1930～1940年代には1500～1600程度であったが、1990～2000年代には2割以上も値が減少しており、1200程度である。

このように冷房デグリーデーは年々増加傾向にあり、暖房デグリーデーは年々減少傾向にあることが分かったので、ここからは経年変化に対して、特にどの時期が影響を与えているかについて解析した結果を示すこととする。図3は、図2で年積算値として表した時系列図を、旬ごとの各年の季節進行図で描き直したものである。先に示したように、デグリーデーは気温の関数であるため、冷房デグリーデーは年間でもっとも気温が高い8月上旬にピークを持ち両端に向

かってなだらかに減少する分布を示している。また、色の濃い近年の折れ線が6月中旬、8月上旬、9月中・下旬に色の薄い折れ線に対して上方に位置しており、陰影で示したように、これらの時期に有意な増加傾向を示している。

一方、暖房デグリーデーについては、年間でもっとも気温が低い1月下旬から2月上旬にピークをもち、冷房デグリーデーと同様な季節進行をしている。暖房デグリーデーの場合、濃い折れ線がほぼ1年を通して下方に位置しており、統計的にも有意な減少傾向を示している。ただし、平成18年豪雪の年については、12月中・下旬、2月上旬、3月中・下旬に過去の寒い時期を上回るほどの大きな値を示しており、これらの時期に暖房使用量が多くなったことを示唆している。

図4は、伏木以外の富山県内8地点（富山、氷見、砺波、南砺高宮、八尾、上市、魚津、泊）の旬ごとの冷房デグリーデーである。都市化による影響もあり、富山では盛夏期の冷房デグリーデーが他の地点に比較して最大で1.5倍程度の大きな値となっている。冷房デグリーデーについての季節変化に関する8地点の傾向は伏木とおおよそ類似しており、特に8月上旬や9月中・下旬に増加傾向が大きく変化も有意である。これについては、近年に、例えば1999年のフェーン発生などを含めて8月上旬に暑い日が多くなってきたこと、及び、9月の残暑が過去に比較して厳しくなってきたことを示す結果となった。なお、冷夏年とされる1993年については冷房使用量の多い盛夏期に、どの地点も小さな値となっており、富山県内全域で他の年と比較して冷房使用量が非常に少なかったことが示唆される。

また、理科年表に記載されている富山における1961年～1990年の7月14日～9月2日の期間の冷房デグリーデーは82であり、11月16日

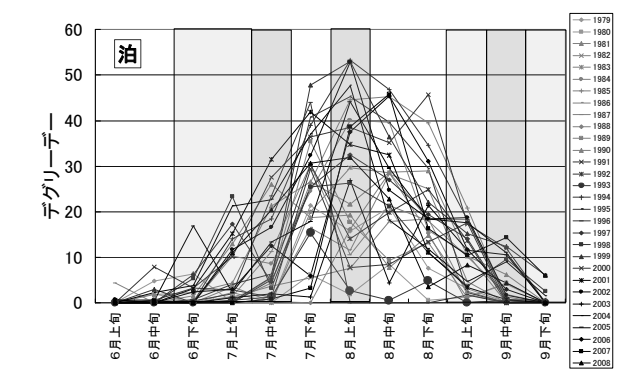
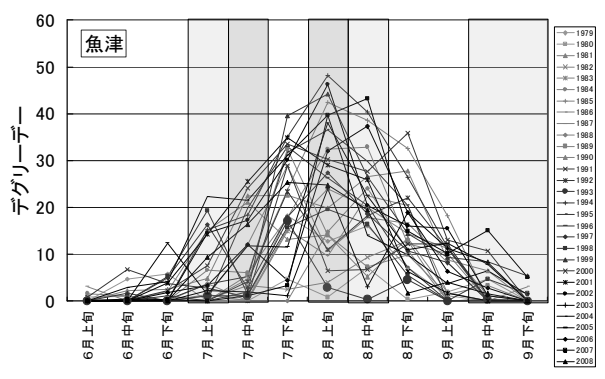
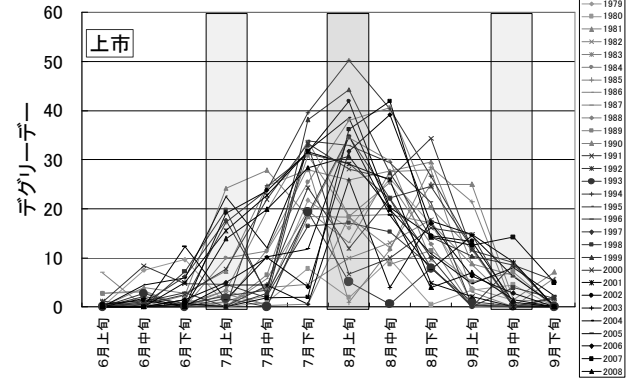
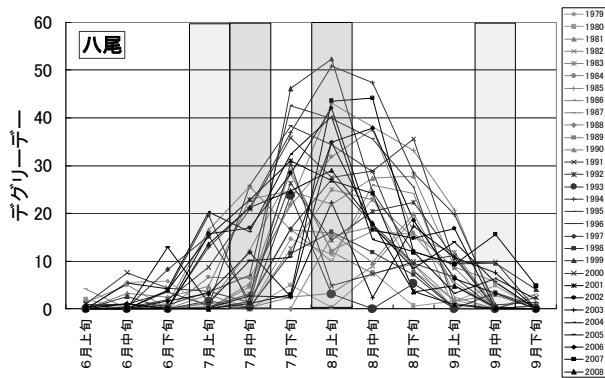
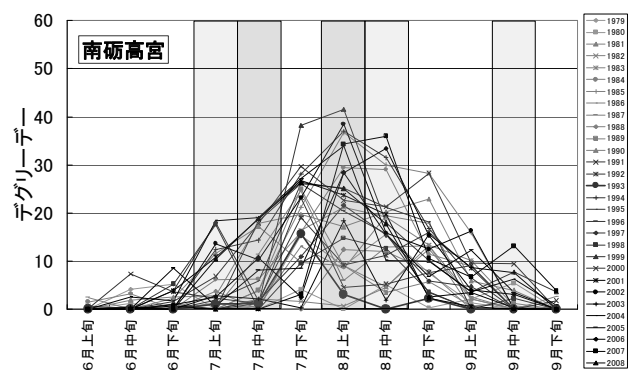
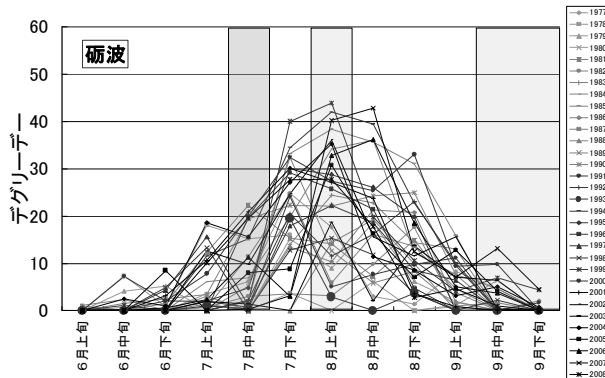
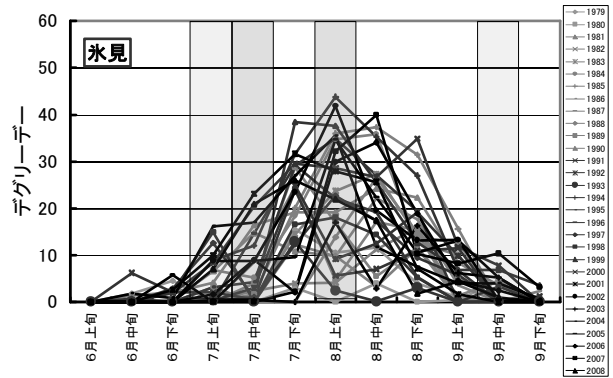
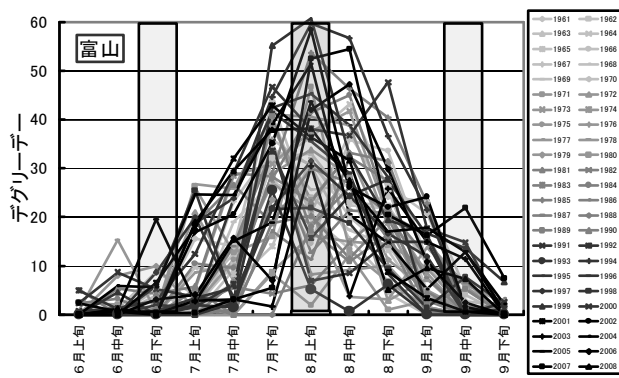


図4：伏木以外の8地点（富山、氷見、砺波、南砺高宮、八尾、上市、魚津、泊）における旬ごとの冷房デグリーデー。陰影と●をつける年は図3の条件を踏襲する。

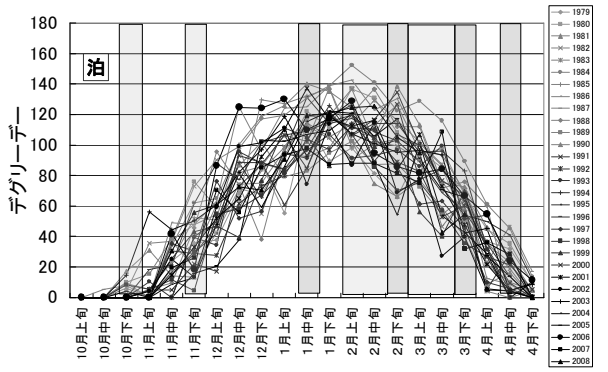
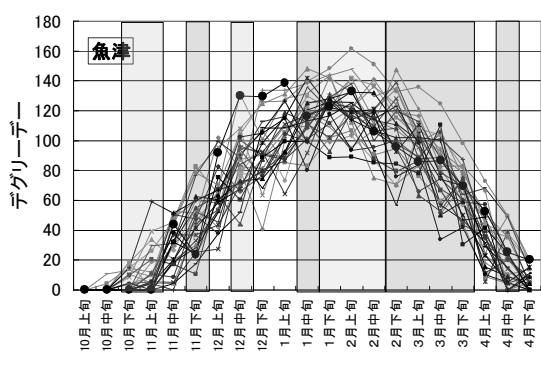
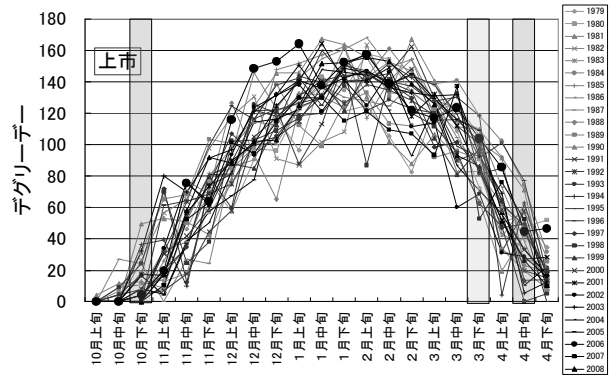
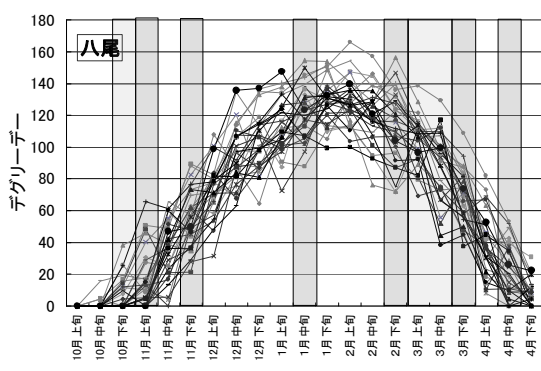
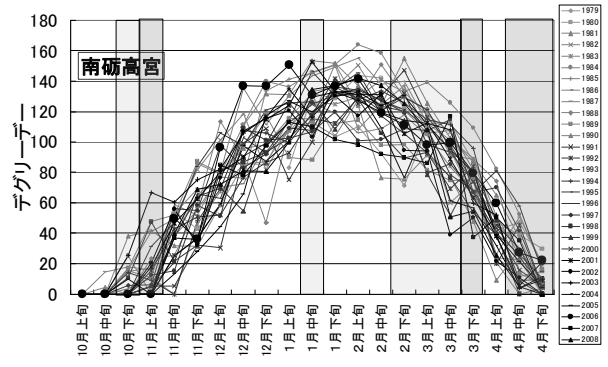
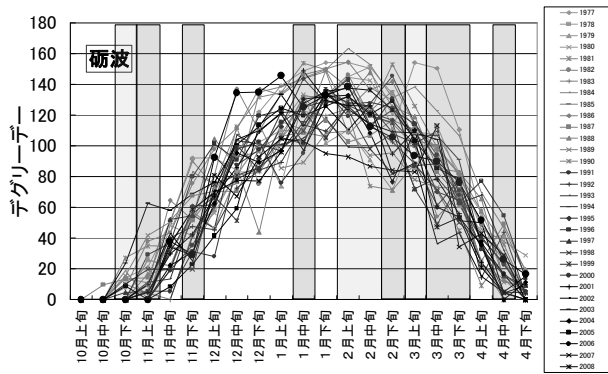
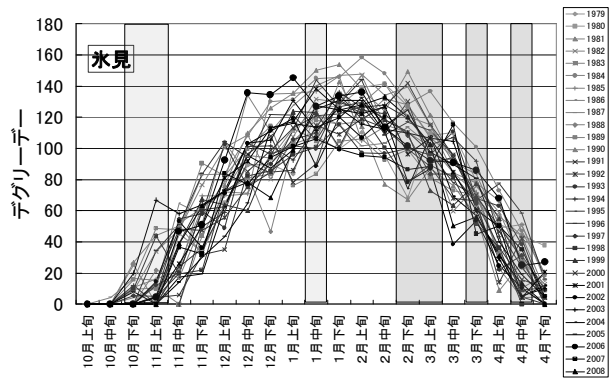
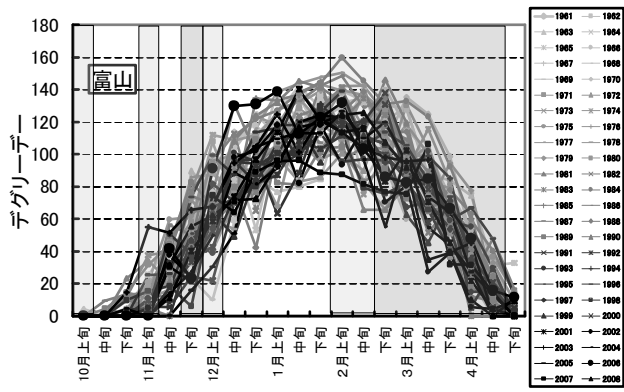


図5：図4と同じ。ただし暖房デグリーデー

～4月22日の期間の暖房デGREEデーは1336である。本研究では、解析が旬ごとのデータとなっているため、単純な比較はできないものの、7月下旬～8月下旬の冷房デGREEデーが最近の10年平均値で2～3割の増加、暖房デGREEデーについては11月中旬～4月下旬で1割の減少となっている。これらについては、さらに簡単な指標を用いた解析結果のカラー図が初鹿ら(2008)に掲載されているので、そちらも併せて参照してもらいたい。

図5は、図4の各地点における旬ごとの暖房デGREEデーを示す。山間部にある上市では、標高が他の観測地点と比較して高い(296m)。そのため、相対的に気温も低く、厳冬期の暖房デGREEデーが150程度と大きくなっている。一方、上市と比較して暖かい富山や泊などでは、近年は厳冬期における暖房デGREEデーが120程度となっており、小さな値を示している。

また、富山地方気象台(1974)の調査によると、富山の暖房デGREEデーは1457であり、暖房期間は10月25日～5月2日となっている。この時期(ただし10月下旬～4月下旬とする。)における最近10年間の平均値は1203であり、当時と比較して約2割少なくなっている。

暖房デGREEデーの季節進行については、各地点で有意な時期に多少の差異が見られるものの、多くの地点で秋口(10月下旬～11月下旬)と春先(2月下旬～4月中旬)に有意な減少傾向が確認されている。また、富山の暖房期間は、最近10年では11月中旬～4月中旬の年が支配的となり、富山地方気象台(1974)と比較して、期間の前後でそれぞれ約2週間ずつ短縮されている。これらのことから、秋口と春先の時期にウォームビズ運動を推進することで、暖房使用量を効率的に節約することが可能となってきたことが示唆される。

一方、殆どの地点において12月中・下旬の減少傾向に有意性がないことが分かった。これには平成18年豪雪を始めとして、近年、この時期に大寒波が襲来することが多くなったことと、温暖化による気温上昇との相反する影響がこの時期の暖房デGREEデーの年々変動を大きくすることで、有意水準を下回らせていると判断することができる。

4 まとめ

富山県内の9地点の日平均気温を用いて、冷房・暖房デGREEデーの経年変化を求めた。冷房使用量は梅雨明け時期の最も気温が高い時期と9月の残暑時期に増加する傾向を示しており、暖房使用量は秋口と春先に削減することが可能となっている。また、12月については寒波の到来のために年による暖房使用量の変動が大きくなっている。これらの結果を踏まえた盛夏期や残暑時期のクールビズと初冬から晩冬のウォームビズの一層の浸透を含めた冷暖房の適切な使用により、家庭部門や業務部門における使用エネルギーの節約と温室効果ガスの排出削減を促すことを期待している。

5 成果の活用

県民総参加の温暖化防止活動に役立つような、琴線に触れる普及啓発資料として役立てる。

参考文献

富山地方気象台, とやまのお天気, 北日本新聞社, 244p, 1974.

初鹿ら, 富山県における温暖化調査研究, 平成20年度富山県環境科学センター研究成果発表会予稿集, 6-7, 2008.

文部省 国立天文台, 理科年表(平成4年版), 1040p, 1992.