

沖縄本島付近の気温分布に関する小気候的特徴*

石 島 英**

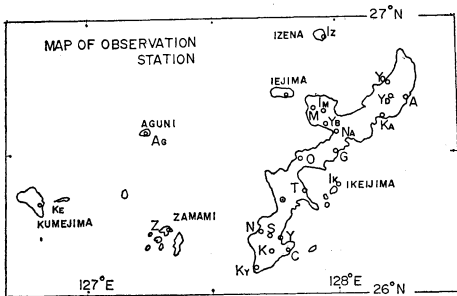
要 旨

沖縄本島付近の地上気温分布がいかなる特徴をもつか、そしてこの特徴はいかなる要因と関連をもつかについて総観的定性的に論じた。また、この対象地域における高度による気温減率、気温の南北傾度について調べた。

1. はじめに

小気候の分野で一般的に知られているように(例えば、吉野, 1972), 地上気温は観測地点の地理的位置, 地形, 地表構成物質の熱的性質に左右される。即ち, 具体的には緯度, 海拔高度, 海洋への接近度, 卓越風の露出度, 日照時間の長短, 風以外の気象要素の局地性, 地上被覆状態の差異等が地上気温を決定する。ここでは, 沖縄管区内の旧区内観測所(沖縄施政権返還以前の区内観測所)の1959~1969年の月平均最高気温及び最低気温の資料を用いて, 沖縄本島付近の地上気温分布を求め, 上述の諸要因の観点からその小気候的特徴について考察した。

解析に用いた区内観測所の地点名, 緯度, 海拔高度等を第1表及び第1図に示す。資料の出所は沖縄気象台報告の気象要覧(又は気象月報)である。各月とも, 観測地点のほぼ半数は統計期間の11年とおして完備しているが, 残りの半数の地点については1~5年の資料の欠除



第1図 観測地点の分布

第1表 区内観測所の地点名, その他

地区	地点名	記号	緯度	海拔高度
南部	那覇	N	26°14'	35 m
	首里	S	26 13	93
	与那原	Y	26 12	5
	知念	C	26 10	85
	東風平	K	26 08	40
	喜屋武	Ky	26 05	35
中部	田場	T	26 22	10
	恩納	O	26 29	4
	宜野座	G	26 29	20
本島	名護	Ng	26 35	7
	屋部	Yb	26 36	8
	伊豆味	Im	26 38	60
	本部	M	26 39	3
北部	川田	Ka	26 38	6
	与那覇岳	Yd	26 43	375
	安波	A	26 43	5
	与那	Yo	26 46	40
離島	伊計	Ik	26 23	18
	伊江	Ie	26 43	52
	伊是名	Iz	26 55	20
	座間味	Z	26 14	12
	粟国	Ag	26 35	15
	久米島	Kc	26 20	4

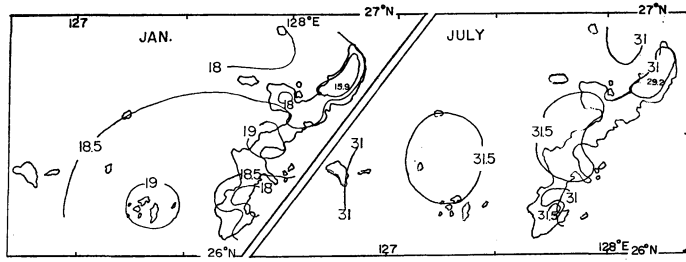
があった。資料の欠除している部分については, 降水量の解析(石島, 1974)と同じく, 最寄りの地点の資料で代替する方式で埋め合わせる補正を行った。

月平均の最高, 最低気温の精度は, 観測を行った地点が全て指定された区内観測所であることから, 観測上の

* Microclimatic features of air temperature distribution over Okinawa and its neighbourhood

** S. Ishijima, 琉球大学短大部

—1974年9月18日受理—

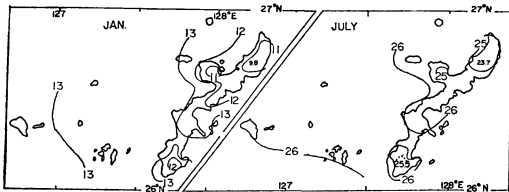


第2図 月平均最高気温分布 (左は1月, 右は7月)

系統的な誤差はなく、観測者の観測誤差及び統計処理上のまるめの誤差のみが考えられるので $\pm 0.1 \sim \pm 0.2^\circ\text{C}$ と考えてよい。したがって、この解析において 0.2°C の気温の局地差は有意と考えられる。又、11年間の統計をとってあるので、得られた月平均気温分布は、ほぼ対応する月の気温分布の平均的状态を示すと考えられる。

2. 最高気温, 最低気温及び平均気温

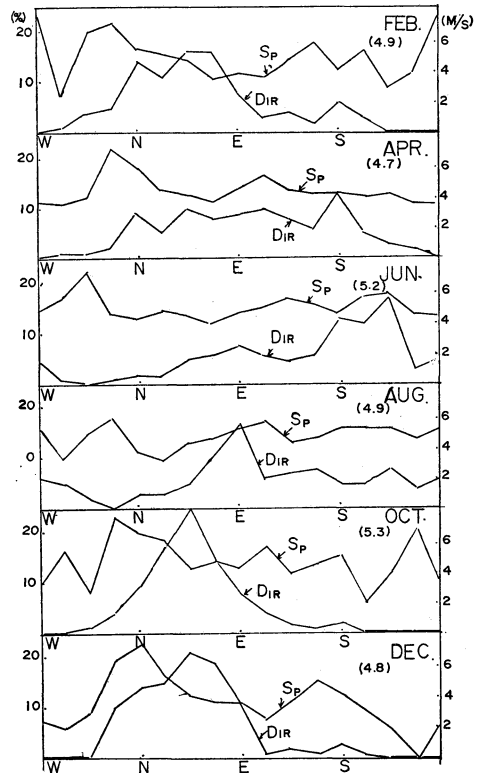
沖縄本島付近の最高, 最低気温分布については梅雨期の5, 6月に気温の水平傾度がやや小さくなる点を除けば季節による顕著な変化は見られない。第2図及び第3図にそれぞれ最高及び最低気温分布の1月及び7月の例を示す。総観的に見ると、最高気温については本島中部地域から本島中南部の西海岸にわたる地域に高温域があり、又南部の南端地域も比較的高温になっており、南北方向に気温の高低が見られる。一方最低気温については那覇周辺の小地域を除いた全沖縄本島の陸地が最低気温を低下させる冷源として働き、等温線は棒状に伸びた本島の海岸線を包むように走っている。



第3図 月平均最低気温分布 (左は1月, 右は7月)

海拔高度の高い北部の与那覇岳や南部の首里及び知念の高台では最高気温の上昇は顕著に和げられているが、最低気温の降下はめだたない。与那覇岳とその周辺の低高度の地点(川田, 安波, 与那覇)とを比べると、最低気温については与那覇岳はその周辺の地点(地点の平均値)より僅かに 1.3°C 低いが、最高気温については 2.5°C も低い。

久米島を除く離島の各地及び本島海岸線沿いの地点は本島内陸地のどの地点よりも海洋への接近度が高く海洋の影響が大きいことが予想されるが、これは一般に寒候期の最低気温の上昇となって現われている。比較的内陸の地点の伊豆味とその近くの海岸地点(本部, 屋部, 名護)を比較すると海岸地点の最低気温(3地点の平均値)は伊豆味のそれより寒候期(10~4月)には 1.2°C も高いが、暖候期(5~9月)には 0.8°C だけ高



第4図 嘉手納の月別地表風の風向頻度及び風向別風速. Dir: 風向, Sp: 風速. W, N, E, S はそれぞれ西, 北, 東, 南を示す。

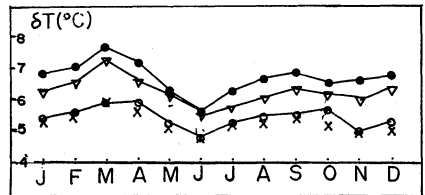
くなっている。又、同じく内陸の地点の東風平とその近くの海岸地点（那覇、与那原、喜屋武）とを比較した場合も、海洋の影響は寒候期に強く現われ、海岸地点の最低気温は内陸地より寒候期には 0.9°C 、暖候期には 0.5°C 高くなっている。

地形の気温の影響の程度は主に考えている地点付近の地形と卓越風との関連できまるので、対象地域を代表する地点として嘉手納（米軍により沖縄施政権返還まで高層観測が行われた地点）をとり、卓越風について調べた。対応する統計期間1959～1969年の9時の地表風の風向頻度及び風向別風速の季節変化を第4図に示す。10～2月は北東風、3～4月は北～東～南の風、6～7月は南西の風、8～9月は東の風が卓越し、おおまかにいえば寒候期（10～3月）は北寄りの風、暖候期（残りの月）南寄りの風となっている。又、風速は $5 \pm 0.3 \text{ m/s}$ で、その季節変化は極めて小さい。

上述のごとく卓越風の風向は季節的に北東から東を経て南西へと顕著に変わるけれども、沖縄本島の地形が北東～南西方向に棒状に長く伸びていたため、寒候期の北寄りの風も暖候期の南よりの風も沖縄本島の地形に対して類似の作用をすると考えられる。季節による卓越風の風向変化に伴う気温分布の変化が見られないのはこのためと考えられる。又、特異な地形（地勢）をもつ観測地点の周辺の小地域においても、地形と卓越風との関連で気温の局地差が生ずると考えられるが、地形、海洋、その他の要因が同程度にこの局地差の生成に関与している場合が多いので、この種の粗い観測網の資料にもとづく総観的解析からは地形の影響のみを取り出すことは出来ない。

次に、月平均最高気温と月平均最低気温の差としての月平均日較差について調べた。第5図に1月と7月の例を示す。日較差の最も大きい地域は本島北部から中部にかけての東海岸と伊豆味を中心とする本部半島で、最も小さい地域是那覇及び離島の各地である。又海抜高度の高い北部の山岳地や南部の高台地もその周辺地域と比較

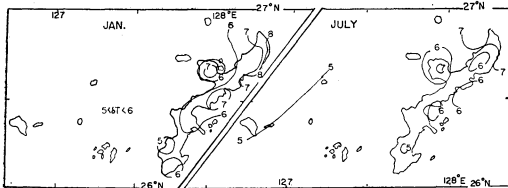
すると日較差はやや小さくなっている。最高、最低気温がそうであるように、日較差の分布も季節的にほとんど変化しないが、その絶対値についてはかなりはっきりした季節変化がある。即ち、6月には日較差は最小で、 $5 \sim 6^{\circ}\text{C}$ （小さい地域で 5°C 、大きい地域で 6°C ）であり、3、4月に大きく、 $6 \sim 8^{\circ}\text{C}$ に達する。各地区毎に平均した日較差の季節変化を第6図に示す。一般的傾向として、南部から北部へ行くにつれて日較差は大きく、又南部地区の日較差は離島群のそれに近いことがわかる。首里や知念の高台地及び離島の久米島の4～7月の期間にそうでない月があるが、それを無視すれば、那覇は対



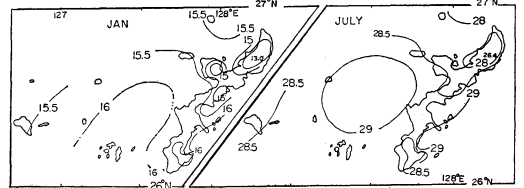
第6図 各地区毎の日較差の季節変化

象地域内において最も日較差が小さいところである。河村（1972）によれば、都市気候の要因は最高気温の上昇及び最低気温の降下を鈍化させることが知られているが、那覇の日較差の小さいのも、那覇が海岸に近いことのほかに都市気候の特徴をもつことによると考えられる。

最後に月平均気温（最高気温と最低気温の月平均値の算術平均）の分布についてしらべた。第7図に1月と7月の例を示す。分布の特徴は全季節をとおしてほぼ類似しており、1) 本島陸地とその周辺海域の高低のコントラスト、2) 本島北部の低温、3) 本島中南部の西海岸沖の高温があげられる。3) については観測網が疎なため断定的にはいえないが、伊是名、伊江、久米島がほとんどの季節をとおして座間味や粟国に比べて低温であることから推察される。



第5図 月平均日較差分布（左は1月、右は7月）



第7図 月平均気温分布（左は1月、右は7月）

3. 気温変化の要因と各地の気温傾向

この節では那覇を基準に各観測地点の最高最低及び平均気温の高低の傾向をみることにより、各地点間に気温の局地差を作り出している要因について推論を試みた。推論の前提としてこれまで知られている次の事実を用いた。即ち、ある地点が他地点に比べて最高気温の上昇又は最低気温の降下の傾向があることは考えている地域が

- 要因1 海拔高度が低い。
- 要因2 緯度が高い（北方である）。
- 要因3 海洋の影響が小さい。
- 要因4 風への露出が悪く、風による乱流拡散が弱い。
- 要因5 地上被覆物質の熱容量が小さい。

の要因の単独又は複合的影響を受けるからである。又、逆に最高気温の下降又は最低気温の上昇は、上の要因と正反対の要因の影響を受けるからである。

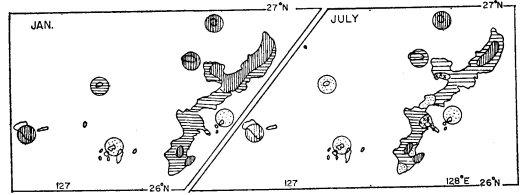
前節で述べたごとく、那覇の日較差は最小であり、那覇より最高気温は低く、最低気温は高い地点はないという事実を考慮すると、各地の最高、最低、及び平均気温の取り方について4通りのケースが考えられる。即ち、那覇に比べた場合の各地の最高、最低、及び平均気温は第2表のごとくなり、それにより4つの階級（地域帯）

第2表 那覇を基準にした最高、最低、平均気温の高低により定義される地域帯

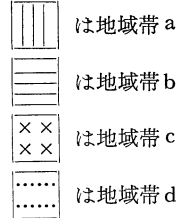
地域帯	最高気温	最低気温	平均気温
a	低い	低い	低い
b	高い	低い	低い
c	高い	低い	高い
d	高い	高い	高い

を定義することができる。地域帯bに属する地点は地域帯aに属する地点より最高気温が高くなる傾向及び地域帯cに属する地点より最高最低両者とも低いか、あるいはそのいずれかが低くなる傾向を示す。又、地域帯cに属する地点は地域帯bに属する地点より最高、最低気温両方とも高いか、あるいはいずれか一方が高い傾向を示し、又地域帯dに属する地点よりは最低気温が低い傾向を示す。

各地点の気温を上表にしたがって分類し、それによってできる4階級の気温の分布を作った。その結果を第8



第8図 那覇を基準にした最高、最低、平均気温の高低により定義された地域帯の分布（左は1月、右は7月）



図に1月と7月の例について示す。1月の例でみると、地域帯aは北部の中央の山岳地を含む北部西海岸側から本部の北側部分に至る地域及び北部の離島伊江、伊是名、南部の高台地（首里、知念）及び久米島に見られる。この地域帯より最高気温が高い地域帯bが北部の東海岸から本島の中南部に拡っている。久米島を除く地域帯aの低温傾向は主に要因1の正反対、あるいは要因2によると考えられる。地域帯bの北部東海岸については、山間部の安波や、海岸側には開けているが内陸側には山裾が迫りきり立った地勢をもつ川田の観測地点から推測して主に要因4によるものと考えられる。又、中南部の地域帯bについては、その地域の観測地点が特異な地形をもたないこと、及び特に中部域は降水量が少く（石島、1974）、水収支の観点から見ても水欠乏になり易い（糸数、1969）乾燥した裸地又は草地であることから要因5に関連するものと考えられる。関口（1951）によれば畑、裸地、藪は森林、草地、湿地に比べて気温が高くなるのが知られている。地域帯dには座間味及び伊計島があるが、これらの地点の気温は要因4、5の影響を強く受ける結果と考えられる。特に座間味の場合は海岸に開いた南側面をのぞいた全ての側面が標高70~80mの丘陵又は山地で囲まれた特殊地勢を伴っているので要因4の効果が大きいと推定される。

次に、沖縄本島上の地点群と離島地点群別に最高、最低気温の上昇、下降傾向の季節変化を見た。第2表による解析結果を季節を通して総観してわかるように、本島陸地においては暖候期（4~9月）には4つの地域帯が出

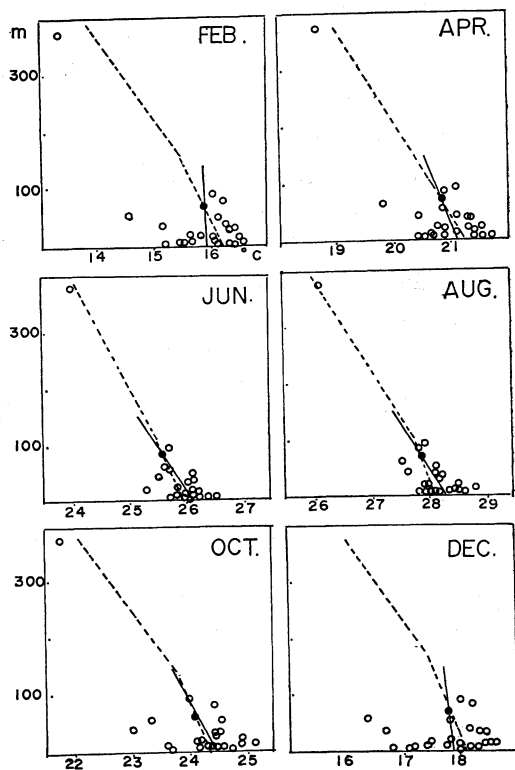
現する傾向があるが、寒候期(3~9月)には地域帯aと地域帯bと僅かの地域帯c(喜屋武、恩納、与那原)の3地域帯が現われる。即ち、寒候期においては僅かに喜屋武、恩納、与那原がかろうじて那覇より高温でその他の地域は全て低温であるが、暖候期には那覇より高温な地域が増える。これらの高温になる地域には最低気温はそれほどでもないが、最高気温が急速に上昇し、したがって日較差が比較的大きい地域帯c(田場、屋部、喜屋武、恩納)と最高、最低気温両者とも上昇し、したがって日較差の小さいより高温な地域帯d(与那原)がある。これらの地域帯の地点の気温傾向はいずれも要因5によるものと考えられるが、そのうち与那原は比較的市街地の様相をおびているとかこらして、都市気候の要因も関与していると推察される。

向には要因4,5の影響以外に海洋の影響、即ち要因3の影響も大きいと推測される。

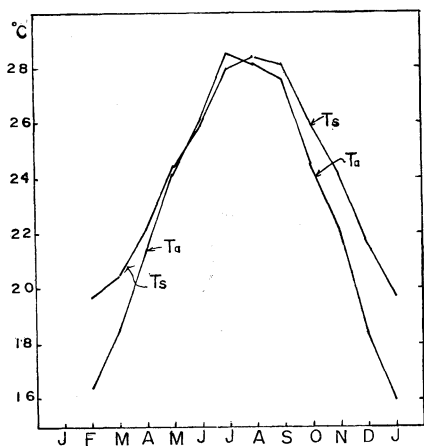
4. 気温の高度減率及び南北傾度

与那覇岳を除く全観測地点の海拔高度と月平均気温の関係を最小自乗法により一次式で表わし、その勾配として気温の高度減率を求めた。その結果を第10図(実線)に示す。一方嘉手納の統計期間1959~1969年に対応する9

又、離島地点群を総観してわかるように、伊是名、伊江、久米島は季節に無関係に低温で最高、最低気温とも那覇より低く、地域帯aに属する月が多く、本島北部の西海岸地域と類似の傾向を示す。この傾向は伊是名や伊江の場合には要因2によるものと考えられるが久米島についてはよくわからない。一方、座間味や伊計は5,6月を除く全ての月にわたって高温で、特に伊計は最高、最低気温とも那覇より高い地域帯dに属する月が圧倒的に多い。第9図に示すごとく、海表面水温(那覇の沿岸水温を用い、気温と同じく統計期間1959~1969年の平均を



第10図 海拔高度と平均気温の関係



第9図 那覇における平均海表面水温の季節変化

時及び21時の高層資料を用いて、地表と1,000 mb等圧面の第1層(平均海面より平均約140mの高度迄の層)と1,000 mbと900 mb等圧面間の第2層(第1層の上部、平均約900mの高度迄の層)の気温減率を求めた。第1層においては100mに付0.36~0.56°Cの減率がえられ、3~5月及び7月に大きく、その他の月に小さい。又、第2層においては100mに付、0.53~0.75°Cで、寒候期に大きく暖候期に小さい。これは曲田、西田(1971)が得た名瀬の1000 mb等圧面の気温減率と類似した季節変化になっているが、その絶対値はやや大きい。暖候期には第1層と第2層の減率はほぼ等しいが、寒候期には第1層の減率は第2層のそれよりかなり小さい

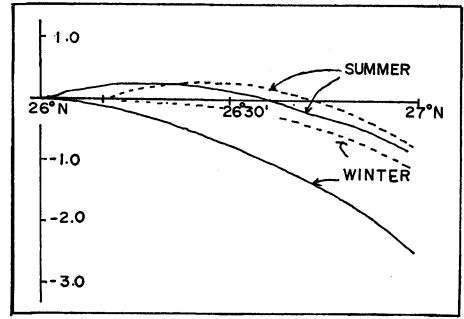
とった)は寒候期の10~4月は気温より顕著に高く、この期間海洋による温暖化が期待されるが、その他の月には海表面水温と気温はほぼ等しく、海洋の気温への影響は小さいと考えられる。座間味や伊計の寒候期の高温傾

い、最小自乗法により得られた気温減率は、最高、最低気温の算術平均値としての平均気温について得られたものであり、又、嘉手納の気温減率は9時と21時の平均気温について求められたものであるから両気温減率の細部にいたる比較は無意味であるけれども、その点を容認した上で両者を比較してみる。高度と気温の相関の良い暖候期には両者による気温減率はほぼ同じ値を示すが、各地点の地理、地形、環境の影響が強く出て高度と気温の相関が悪い寒候期にはかなりくい違っている。第10図に比較のために嘉手納の気温減率を用いた気温の鉛直分布を点線で示した。ここで、嘉手納(海拔高度70m)の最高気温と最低気温の平均気温はその地点の高度に対応する最小自乗法により決定した高度気温傾向直線上の気温(第10図黒点)を仮定してある。

第10図において、嘉手納上空の気温の鉛直分布と与那覇岳の実測値の比較をしてみると暖候期(6~9月)は与那覇岳の値はその高度に対応する嘉手納上空の気温にほぼ等しいがその他の季節では0.5~0.7°C低くなっている。これは夏期には強い日射により対流混合が活発になり、沖縄本島付近の気温傾度が垂直方向にも水平方向にも小さくなるが、冬期には対流混合が弱く、北部の山地の放射冷却の効果が強く現われ、地表における南北の気温傾度が数百米上層にも残存することを示唆している。

次に、嘉手納の気温減率は対象地域全体の減率を代表すると仮定して各観測地点の平均気温を海面に更正し、それらの更正された気温値を用いて気温の緯度変化及びその季節変動をしらべた。気温の緯度分布については、多くは大規模な気候学分野で取扱われている(福井, 1962)が、ここで南北に長い沖縄本島特有の地形が気温分布に及ぼす影響を明確にするために取上げてみた。その際、本島地点群と海洋をより代表すると考えられる離島地点群(久米島を除く)とに分けて扱った。本島地点群についてみると、高緯度にかんがりのバラツキがあるが、全体の気温値をみると高緯度に行くにつれて気温が低下する傾向が見られる。南部から中部にかけての気温降下は極わめてゆるやかで、時節によってはむしろ気温はやや上昇するが、中部から北部への気温降下は顕著である。この傾向はかすかではあるが離島地点群についても見られる。

二次曲線最小自乗法処理により求められた傾向曲線を用いて気温の緯度分布の季節変動をしらべた。その結果を第11図に示す。本島地点群及び離島地点群両者につい



第11図 気温の緯度分布の季節変化。縦軸：基準緯度の気温に対する気温偏差(°C)

て、冬期(12~3月)は南部から北部へ行くにつれてほぼ直線的に低下するが、夏期(6~8月)には中部域に高温域が出来る傾向が見られる。その他の季節はほぼ図に示した冬期、夏期の場合の分布の中間的パターンをとる。第11図には本島地点群の分布については傾向曲線が北緯26度の地点で与える気温値を基準とし、離島地点群については北緯26度10分の地点の気温値を基準とし、それぞれからの偏差で以って示してある。本島地点群の冬期における南北26度10分~26度50分の気温の降下量は約1.6°C、夏期には中部の高温域の緯度から北端の26度50分の地点迄の降下は約0.7°Cである。離島地点群の場合をこれと大雑把に比較すると、冬期については本島地点群の場合の半分以下の降下量となり、夏期については本島地点群のそれと殆んど差がない。冬期の本島陸地と離島との南北気温変化の差異は、海洋と陸地の放射冷却の南北方向の差異によるものと考えられる。

Forbes が与えた北半球の年平均気温の緯度分布の式(福井, 1962)を用いて、対象地域の南北両端に当る緯度20°10'と26°50'の両緯度間の北半球の年平均気温傾度を求め、これと本解析によって得られた対応する緯度区

第3表 沖縄本島付近と北半球平均との年平均南北気温傾度の比較。
 t_s , t_N は夫々北緯 26°10' 及び 26°50' の年平均気温

	$t_s(^{\circ}\text{C})$	$t_N(^{\circ}\text{C})$	$t_s - t_N$
北半球平均	22.1	21.7	0.4
対象地域 (本島地点群)	22.8	21.5	1.3
対象地域 (離島地点群)	22.8	22.3	0.5

間の年平均気温傾度を比較した(第3表)。これによると、南端の緯度の年平均気温については対象地域の方が北半球平均よりやや高い。又、南北傾度についても対象地域の方が北半球平均より大きく、特に本島地点群の気温傾度は北半球平均の約3倍になっている。このことは、従来沖縄本島は海洋上の小孤島としてその存在がかえりみられず、付近の気候に与える影響が無視されがちであるが、南北傾度を考える場合はその点に注意を喚起する必要があることを暗示している。

5. むすび

ここで得られた気温分布は様々の地形環境下の、5～20 km・間隔をおいて設定された旧区内観測所の観測網でとらえられたものである。この観測網から脱落する地形及びその他の要素の影響を反映するより高密度の観測網の結果を解析するならここでえられた気温分布に多々の変更を加える必要が生ずるのであろう。

得られた気温分布をもたらす要因として冒頭で列記したごとく諸々の事象を考えることが出来るが、これらの事象が気温分布に及ぼす影響を要因別に定量的に評価することは極めて困難と思われる。海拔高度、海洋への接近度、地形の3つの要因を例にとってもわかるように、それぞれの因子の気温へ及ぼす影響の程度に優劣を決めることすら困難である。これは、一つには、棒状に細

長く延びた本島両側が観測資料に欠乏した広大な海洋に面しているため、諸変量の変動の範囲を二次的に広くとることが出来ないこと、又もう一つには、地上被覆状態や局地の気象要素にその例を見るように、気温分布とかかわりをもつ諸要因について、沖縄全域的なひろがりにおける観測評価の例が少いことにあると思われる。ここでは、この面の定量的な研究調査の困難性からとりあえず逃れて、気温分布の要因として考えられるものについて定性的に考察した。

文 献

石島 英, 1974: 沖縄本島付近の降水量に関する解析, 天気, 22, 73-77.
 糸数昌丈, 1969: 沖縄における水収支琉球気象調査報告, 23, 1-17.
 河村 武, 1972: 都市気候—とくに heat island に関する研究を中心として—気象研究ノート, 98, 468-483.
 関口 武, 1951: 小地域における湿度, 気温分布と地上被覆(その2), 地理学評論, 24, 404-411.
 福井英一郎, 1962: 気候学第2巻自然地理, 応用地理, 古今書院.
 曲田光夫, 西田圭子, 1971: 大気成層の統計的性質, 天気, 18, 399-406.
 吉野正敏, 1972: 小気候, 地人書館.

昭和50年度松永賞受賞候補者推薦依頼について

松永記念科学振興財団から松永賞(自然科学部門)の受賞候補者の推薦方依頼がありましたので、推薦方を希望する会員または他会員を推薦しようとする会員は、下記要項に従って、候補者氏名;生年月日;推薦会員氏名;連絡先(郵便番号, 宛先, 電話番号)を記入し、担当理事 奥田 穰(〒166 東京都杉並区高円寺北4丁目35-8, 気象研究所台風研究部, Tel. 03-337-1111)に申出下さい。推薦の選定は常任理事会で行います。

松永賞推薦要項

1. 1件を推薦し、日本気象学会締切は6月20日(担当理事必着)とする。
2. 自然科学(理学・工学)の分野における基礎的研究で、学術上の業績の顕著なもの、個人研究でも共同研究でもよい。
3. 対象者は大学に在職し、昭和5年12月1日以後に生れたもの。
4. 賞は1口100万円とし、本年度は3名以内を予定する。