

南半球の気象について(Ⅲ)

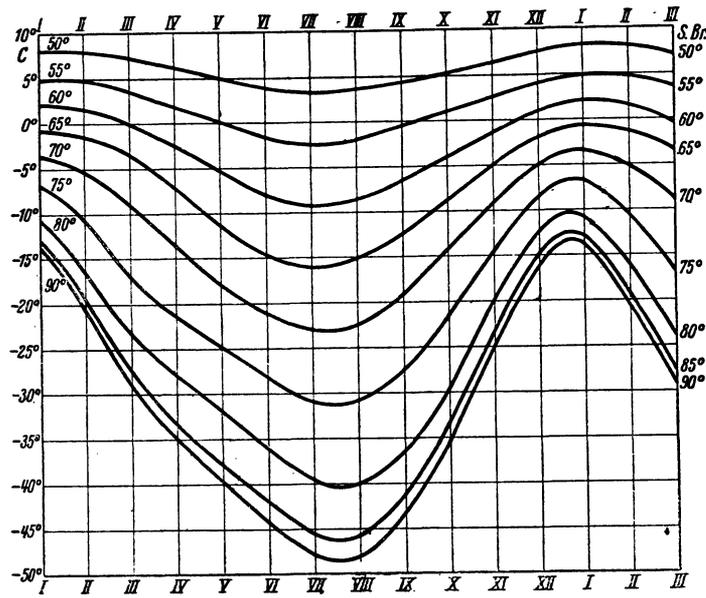
飯田陸治郎* 谷 宏 成**

6. 気 温

1939年 Brunt の教課書による南北両半球における地上の気温分布模様を比較してみるとわかるように地形のえいきょうにより、南半球の夏期、冬期共に等温線は洋上においては極を中心にはほぼ対称的に分布しており、大陸の海岸線より内陸で変化のある分布を示している。また南半球における分布模様は北半球のように複雑でないことがうかがえる。(Brunt: Physical and Dynamical Meteorology. PP.2~3, 1939. 参照) だが南極大陸上およびその周辺における気温分布の状態やその変化はかなりあるようであるし、現在あまり知られていないので特にこの章および風の章では主に極附近の気温および風の状態について上下両層にわたって記述する。

南極探検は1700年代に英、仏等諸国の航海者によって多くなされているが、それは主に土地の発見が目的とされ気象要素の観測は別になされていなかったが、1819~21年にわたって南極大陸を一周した帝政ロシアの遠征隊、ベーリングスハツゼンの航海によって初めて、南極大陸地方の科学的な調査がなされ、気象観測資料が残されている。しかし、現在多くの研究者によって用いられている資料としては1900年代に入ってからのものである。

まず、1898年頃より1935年頃までの大陸およびその周辺の種々の探検隊や捕鯨船による資料によって



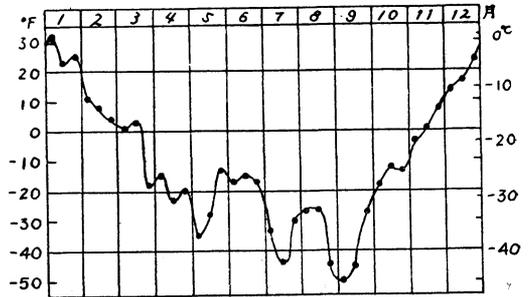
第 18 図

* 予報研究室竹平町分室 ** 中央気象台図書課

*** これらの季節の表現は、南半球についてである。それ故、われわれの北半球では逆になっている。

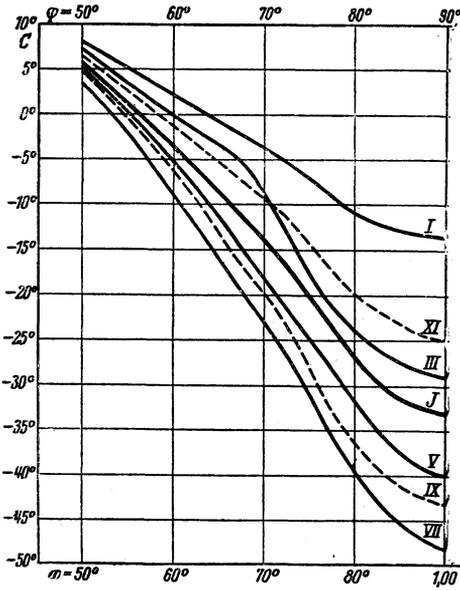
なされた Meinardus, W の統計的調査結果を、1938年 Köppen の Handbuch der Klimatologie よりひろって見ると次のごとくである。

第18図は50°S~90°S間の特定緯度圏における平均気温の年変化を示したものである、これによると低緯度では気温の年変化の振幅は5°位であるが、高緯度に行くにしたがって変化が大となっており、冬期7,8月には、-48°Cを示し夏期1月頃には-13°Cとなり、その振幅は35°Cに達している。なお、これは、現在までに観測された各地の資料を緯度圏にそって平均したものであるが、一年中の気温の状態をくわしく調べたものに1945年 Court, A の調査がある。ここには、Little America に



第 19 図

における3年間の資料を用い、10日平均を計算、解析したものを第19図にかかげる。それによると3つの明瞭で進行的な低温が5月、7月、9月に現われている。しかし、極大陸とその周辺の各地ではこのような3段階の低温はあまり見られないが個々の年にはほとんどの地域でも2つの極少値が観測せられるようである。一方、北極地方においてはこのようなはっきりした現象はあまり見られないことは注意すべきことだ。第20図は月平均気温の緯度変化を示したものであるが、それによると夏期には緯度10°につき大体5°~7°Cの傾度を示すが、秋期、すなわち太陽の北進するにしたがい*** 90°Sの南極前線帯附近で急に気温傾度が大となっており、冬期においては50°S以南で10°につき大体13°~16°Cの傾度を示



第 20 図

し、年平均値で10°~12°Cの気温傾度が見られる。次に気温の水平分布の様相であるが、1939年 Bruntの教課書には極大陸の一部をのぞいて空白となっているが、その後の観測や調査により、Meinardusが求めた分布図を参考までに第21図にかかげる。なお、Gentilli, J. (1949) による第1図 (第1章) にても大勢がうかがえるかもしれないが、Meinardusは0°Cの等温線の位置の年変化を4分の1半球づつの地域に分けて、その月々の平均的な位置を第3表のごとく示している。平均位置の緯度変

第 3 表

	範 囲				平均 均 の 置	0°C等温 線によ ってかこ まれた面 積 千平方 料
	0°~ 90°E	90°E ~180°	180°~ 90°W	90°W ~0°		
1月	59°	66°	67°	62°	63 ¹ / ₂	27
3月	56°	60°	63°	60°	60°	34
5月	51°	56°	59°	55°	55°	46
7月	50 ¹ / ₂	54°	55°	53°	53°	51
9月	51°	55°	57°	56°	55°	46
11月	52 ¹ / ₂	59°	63°	58°	58°	39
年	53 ¹ / ₂	58°	60 ¹ / ₂	57 ¹ / ₂	57 ¹ / ₂	40
変動の幅 (度)	8 ¹ / ₂	12°	12°	9°	10 ¹ / ₂	24

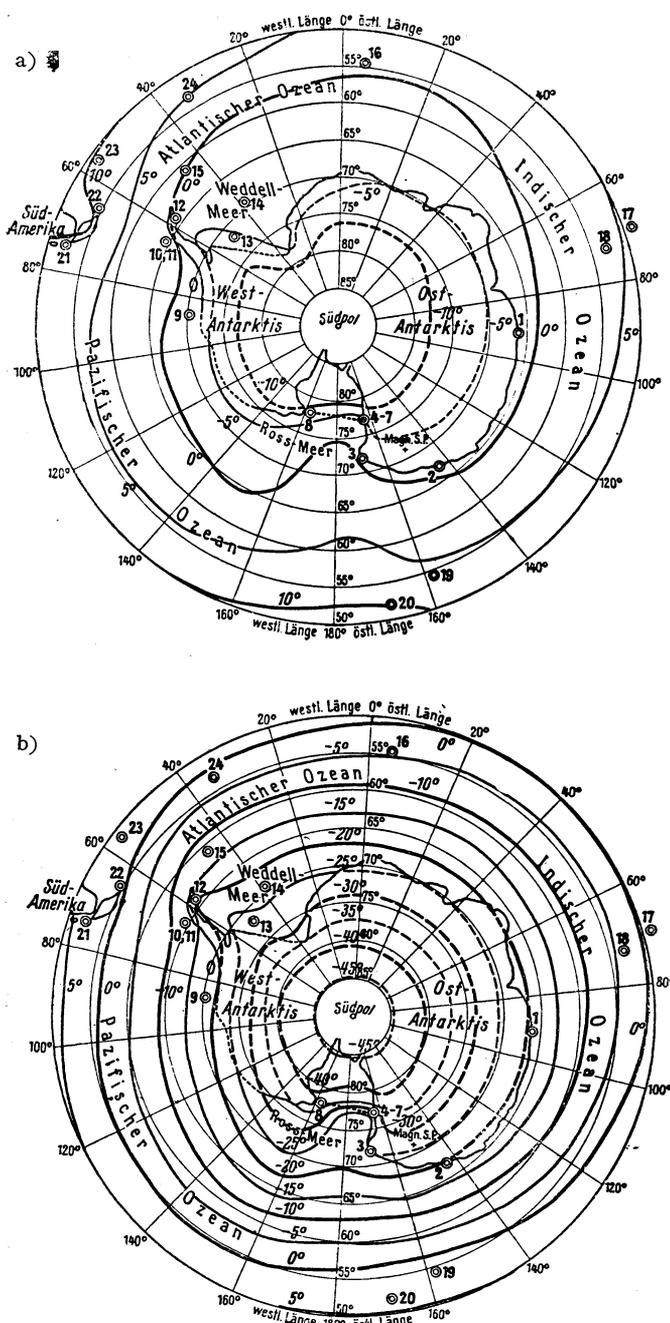
第 4 表

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	秋	冬	春	夏	年	
Macquarie 島	±	0.52	0.32	0.18	0.30	0.50	0.28	0.50	0.40	0.58	0.72	0.52	0.70	0.28	0.32	0.48	0.30	0.25
Laurie 島	±	0.56	0.73	0.69	1.57	2.68	2.78	2.64	3.09	2.04	1.70	1.08	0.64	1.65	2.84	1.61	0.64	0.72
MacMurdo-Sund	±	1.08	1.69	1.53	2.26	1.76	1.68	3.43	2.54	2.49	2.73	0.92	1.30	1.40	1.84	1.97	0.90	1.16

化の幅は各4分の1半球域共緯度10°内外のようであり、0°Cの等温線によってかこまれる面積は冬期では夏期の面積の大体2倍となっている。

次に極大陸附近における気温の日々の変化について、1919年に Simpson は両極地方について調査し、それぞれ、その変化の状態に相違のあることを見出しておる。まず、北極の方の変化曲線は、4月に最大になるのであるが、それまでの間で振幅が急速に増加し、4月から真夏にかけて減少し、真夏で極少に達し、また再び秋に、僅かではあるが増加を示す、一方南極地方については、振幅が太陽がかえった後でゆっくり増加し太陽の南辺によりゆっくり減少していく傾向を示している事を見出し、それぞれ、北極地方の変化傾向を Fram 型、南極地方のものを McMurdo 型と名づけている。なお、南極地方のものについては Meinardus の調査によっても以上のことがうかがえる。Meinardus は Macquarie 島 (1912~15年)、Laurie 島 (1903~34年)、MacMurdo~Sund (5年間) により10日平均値からの偏差を調査し、第4表の結果をあげている。

それによると、高緯度に位置する Laurie 島や MacMurdo-Sund においては10日平均値からの偏差の値が夏は1年中でも最低の値を示し太陽の北辺するにつれ、秋、冬にかけ順次増大し冬期において最高の値となり、後太陽の南辺するにつれ再び減少しており、McMurdo 型の変化状態を示している。そして、ほぼ南極前線帯の北側の位置にある Macquarie 島における偏差の値は秋に最低となり、一進一退のごとき変化を示しながら次の夏の初め頃まで段々と大きくなっていくが、その変化する割合は小さいようである。その他、南極地方の日変化の割合については、温帯地方とちがって、毎日の最高気温と最低気温の差が普通には比較的に小さく、数度以内であることが、多くの探検隊や、捕鯨船等によって立証されているが、大吹雪 (blizzard) に伴って起る気温変化は10°~20°C またはそれ以上の温度降下を示すことが観測されている。極大陸においては暗黒の期間で特に晴天の日にはほとんど例外なしに真夜中すぎに最高気温が現われているようである。この現象についての Simpson (1919) による報告によれば、McMurdo Sund においては4月~9月の各月において晴天の日は02時~06時間では04時に気温が高くなっており、10, 11, 3月も同じ傾向が見られる。なお、この現象は Gauss においてみられ、Snow-Hill の観測では7月と8月に起っている。



第21図 南極地方の年平均気温分布図
a: 1月(夏期) b: 7月(冬期)

他方、曇天の際(冬期直接の日射がない時の観測では)日中の方が暖いことを報告している。また、同じような関係を Rauch, J. (1941) は Charcot および Dyrd 探検の資料を用いて見出している。それによると、晴天の日33日間の平均日変化量は 2°C で最高は01~02時に起っており、最低は午後に起っている。
一方、上層気温については、1911年に始めて極大陸附

近で上層気温、気圧の観測が気球観測によってなされた。現在までに観測数および上昇高度において Little America で行われた1934~1941年、1947年夏の観測が優秀なものとなっている。1934年以前に行われた Simpson (1911), Barkow (1912) および, Little America における Hains と Harrison の観測(1929), Haines と Grimminger (1934) 等は凧と飛行機による観測で、その高度も平均4000米位のものでこれらは主として転位層の高度とその変化の研究に用いられた。南極大陸附近(主として Little America)で最初にラジオゾンデ観測を行ったのは、J. Holmboeで、それは1934年春に6個の観測をなしたものであるが、不成功に終っており、最初に成功したゾンデ観測は1939年における Schwabenland からの36個の観測で、一部分は解析にも有効であるとされている。極圏、亜極圏においての多量の観測は米海軍によって1947年1~2月に行われた348個のゾンデ観測で、それには北 Weddell 海におけるドイツの捕鯨船による90個の観測もふくまれており、翌年の夏には2艘の米海軍砕氷船が極大陸周辺で104以上のゾンデ観測をしている。なお、近年に至り観測の数もその観測高度も完全なものとなって測定されているようであるが、いまだこれらによる全般的な解析結果は知る事が出来ない。主に1949年以前の観測資料による結果を述べる。

まず、上層の平均気温分布の状態について Loewe, F. と Radok, U. (1950) が冬・夏期について調査したものを第5表にかかげる。これによってしられることは比較的低緯度にある観測では冬夏両期共に12km以上でかなりの低温(大体 -60°C ~- 80°C)が見られ、中緯度の上層はむしろ低緯度のものより高温となっており、高緯度で再び低緯度よりは寒冷ではないがかなりの低温が見られる。夏冬の状態を比較して、高緯度における成層圏内(大体13~14km)では温度変化が大きく、対流圏ではむしろ小さい。その値は成層圏では大体 37°C 、対流圏で 15°C 位である。また、低緯度における成層圏内での温度変化は 2° ~ 3°C で、対流圏内もほぼ同じ程度と見られる。一方、以上の結果と若干異なるが1942年に Court が両極地方の資料を比較見当したおり、南極地方では成層圏の温度変化が大きく15kmで 35°C に達しているが対流圏ではむしろ小さく約 12°C にすぎない。この対流圏の温度変化範囲 12°C

は北半球の中緯度における平均よりも小さい値である。なお、北極地方における月平均状態の変化は成層圏よりも対流圏における温度変化の方が大きいことを論じている。南極域については大体 Loewe, F と Radok による解析結果と一致していると思われる。以上の事柄は平均的な状態についてのものであるが南極地方 (特にここでは Little America を例にとる) における最低最高との気温変化の幅は 13km の高度で 50°C 内外まであり, 20km では一番暖いのが -28.4°C 最も低温のときは -100°C (これは Court 自身の推定による) 以上でその変化の幅は 70°C 位と考えられ, 対流圏中部における変化の幅は, 29°C 位とされている。なお, 両半球の状態の差を見るために Loewe, Radok (1950) は北半球の 7 月における各緯度圏の平均値と南半球の夏における平均値との差をとって比較している (第 6 表)。それによると 6km~10km までの高度においては高緯度

第 6 表 両半球における各高度の気温差 °C (北半球 7 月より南半球の夏期の値を引いた値)

高 度	緯 度			
	10	30	50	70
16 籽	-2	3	-9	-1
13	1	2	-6	-2
10	0.5	2	2	0
6	2	6	10	11
3	0.5	4	10	12
1.5	1.5	5	10	12
0	0	6	10	10

に行くにしたがい両者の差が大きくなり, 北半球においては南半球より 10°C 内外低温となっているが, それより高層ではむしろ北半球よりも高温を示しており, 50° S 附近では逆に 9°C 程南半球が暖くなっている。そして, 70° S 附近ではあまり差がないことが判る, 以上の Loewe Radok の調査には極附近の状態は比較されていないが, 両極地方の気温の状態を調査比較したものに Court, A (1942) の報告がある。すなわち, これは南半球の極の状態を代表するものとして Little America と Palmer Land の観測を, そして, 北半球においては, Barrow, Spitzbergen, Franz, Nova, Dickson 等の観測を用いて比較したもので, それによると夏期においては成層圏の温度は両極についてあまり差がないが, 対流圏ではむしろ南極の方が寒冷になっていることを見出し, この一つの原因として Court は南極では夏期でも氷に掩われているが北極では夏期において地面が現われるという地形的状態の変化をあげている。このことは前記 Loewe, Radok の解析による両半球の気温差によっても十分う

かがえることである。他方, 冬期の状態の比較については, 下層の温度にはそれほど差がないが上層の温度は北極域より遥かに冷たい。また南半球における冬期には対流圏内も成層圏内も緯度と共に気温は低下しており, 夏期には成層圏内で, 気温が極に向けて高くなっておるが, 対流圏内では最低気温が南極大陸周辺に起っており, それより極に向けて再び高くなっている可能性が見られる。これについての重要な現象として, Court は春の気温上昇が高層から先に起って来ることをあげている。このことは, 第 7 表にあげてある Little America における

第 7 表 (°C)

高 度	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	1 月
20 籽	—	—	—	-31	-33	-34
16	—	-79	-65	-37	-38	-37
12	-74	-75	-69	-46	-43	-42
8	-64	-63	-62	-53	-49	-49
4	-38	-38	-33	-32	-25	-25

月平均値からもみられ, また個々の観測値からもうかがうことが出来る。例えば 4km の高度においては 12 月までは上昇現象は始まらないし, 8km では主に 11 月になってから起り, 12km の高度では 10~11 月に, 16km においては 10 月, おそくとも 11 月初めには上昇しはじめている。この最も有力な原因として Court は次の如く日射をあげておる。極地方の 25km の高度においては 1 日中太陽が照っている期間が地表より 1 カ月も多いということで, すなわち, 日照の期間は高い高度ほど長期間にわたり, 暗黒の期間は高いほど短い。高度と緯度を座標軸にして暗黒の期間の長さの一定値を示す曲線をかくと, その高さは緯度の自乗にほぼ比例して増加する。一方地球軌道の離心によるほんの少しの差を無視するならば北極と南極とはともに年に同量の日射をうけるのであるから, 北極と南極の二つの極地における冬期の成層圏状態の不一致は, 他の要因例えば対流, 移流, 蒸発, 凝結等によるものと考えられるが, いまもし輻射だけが効果的な要因であると考えれば, 長期間の暗黒時になると温度は急速に, いまだかつて観測されないような低温が現われるのではないかと想像され, これに反し北極域では輻射だけが効果的だとは考えられず, 他の何等かの要因による熱の補給が想像される。また, 地表からの輻射は 2 つの地域では大きな相違がある。すなわち, 流動氷に掩われている北極では厚い氷層で掩われている南極域よりも下の暖い海から大気中へ, より多くの熱が運ばれるので, 両域での相違が現われるとも考えられるとしている。

(未完)

第5表各高度における平均気温 (冬)

観測地	位	置	地上	平均気温 (冬)															
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16km
Hollandia	2.5°S	140°E	23.8	19.4	14.2	8.7	3.1	-2.4	-7.9	-13.3	-20.3	-27.4	-35.5	-44.2	-52.6	-60.6	-68.3	-72.8	-73.8
Darwin	12.5°S	131°E	22.6	18.5	12.5	9.5	4.8	-0.9	-6.6	-12.6	-19.0	-26.3	-34.2	-42.5	-50.8	-58.6	-66.1	-72.1	-76.2
Townsville	19°S	147°E	17.5	13.9	9.6	7.0	2.5	-3.2	-9.0	-15.2	-21.2	-28.3	-35.4	-43.1	-52.2	-58.8	-65.8	-72.2	-75.9
Cloncurry	20°S	141°E	17.8	15.6	10.0	5.9	1.4	-4.1	-10.1	-16.5	-23.0	-29.6	-36.9	-44.4	-52.1	-59.4	-66.2	-71.6	-74.0
Alice Springs	24°S	134°E	10.6	11.4	7.1	2.7	-1.9	-6.9	-12.7	-18.8	-25.0	-31.4	-38.1	-45.1	-52.4	-59.5	-65.9	-71.2	-72.8
Charleville	26.5°S	147°E	11.0	10.7	5.6	0.7	-4.6	-10.4	-16.3	-22.3	-28.7	-35.1	-41.3	-47.5	-53.7	-59.7	-64.6	-68.3	-68.2
Amberley	27.5°S	153°E	10.5	9.3	3.9	-0.6	-6.0	-11.8	-17.8	-24.0	-30.5	-36.6	-42.3	-47.8	-53.1	-58.3	-62.2	-66.2	-67.5
Rathmines	33°S	152°E	10.5	6.6	0.8	-4.5	-10.7	-17.2	-24.3	-31.1	-37.6	-43.6	-48.1	-51.0	-53.2	-55.1	-57.8	-58.5	-58.1
Parafield	35°S	139°E	9.8	5.5	0.2	-4.9	-10.9	-17.9	-24.8	-32.2	-39.0	-45.3	-49.8	-52.2	-53.9	-55.3	-56.8	-58.2	-58.9
Laverton	38°S	145°E	8.3	4.1	-1.2	-6.7	-13.0	-19.9	-27.2	-34.2	-41.8	-48.4	-53.0	-53.7	-54.0	-54.5	-55.3	-56.2	-57.1
Macquarie	54°S	159°E	3.0	-2.3	-6.9	-12.5	-19.0	-26.3	-33.7	-41.2	-48.7	-54.9	-59.4	-58.7	-55.9	-57.2	-58.5	-59.0	-59.0
Little America	78.5°S	162°W	-38.0	-26.0	-27.0	-32.0	-38.0	-44.0	-51.0	-58.0	-63.0	-68.0	-69.0	-71.0	-73.0	-75.0	-77.0	-77.0	-77.0

(夏)

観測地	位	置	地上	平均気温 (夏)															
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16km
Hollandia	2.5°S	140°E	23.9	19.7	14.7	9.2	3.5	-2.0	-7.2	-12.8	-19.2	-26.3	-34.1	-42.4	-50.7	-59.0	-66.5	-72.3	-76.9
Darwin	12.5°S	131°E	27.4	22.1	16.1	10.3	4.7	-0.9	-6.4	-12.2	-18.6	-25.6	-33.2	-41.3	-49.7	-58.0	-66.1	-73.5	-79.2
Townsville	10°S	147°E	26.5	20.0	16.0	10.6	4.8	-0.7	-6.0	-11.8	-18.1	-24.7	-31.9	-39.4	-47.4	-55.0	-62.5	-69.3	-72.7
Cloncurry	20°S	141°E	29.2	25.4	17.9	10.3	3.6	-2.0	-7.5	-13.6	-20.4	-27.6	-34.9	-42.6	-50.4	-57.7	-65.2	-70.9	-75.7
Alice Springs	24°S	134°E	26.3	24.4	17.0	10.2	3.8	-2.0	-7.8	-13.8	-20.2	-27.2	-34.2	-41.6	-48.7	-55.8	-61.9	-69.0	-73.2
Charleville	26.5°S	147°E	26.9	23.8	16.2	9.0	2.7	-3.4	-9.2	-15.4	-22.4	-29.5	-36.4	-43.3	-50.2	-56.4	-62.2	-67.3	-71.3
Amberley	27.5°S	153°E	(22.4)	17.4	12.4	7.2	1.6	-4.1	-10.4	-17.0	-24.2	-31.6	-38.7	-45.4	-52.0	-58.0	-63.0	-67.4	-70.4
Rathmines	33°S	152°E	20.9	16.4	11.1	5.3	-0.7	-6.7	-12.7	-19.5	-26.7	-33.9	-40.9	-47.6	-53.1	-57.0	-60.0	-62.3	-63.2
Parafield	35°S	139°E	19.5	15.8	10.8	5.0	0.1	-6.1	-12.5	-19.3	-26.1	-33.2	-40.3	-46.9	-52.3	-56.5	-60.1	-63.1	-65.0
Laverton	38°S	145°E	16.3	12.2	8.4	3.1	-2.4	-8.4	-14.9	-21.8	-29.1	-36.4	-43.3	-49.5	-54.3	-56.7	-58.9	-60.4	-61.1
Macquarie	54°S	159°E	5.8	0.5	-3.5	-8.5	-14.5	-20.5	-27.0	-34.0	-41.0	-47.0	-50.0	-50.0	-48.5	-47.0	-46.0	-46.5	-47.0
Highjump	64.5°S	165°E	0.6	-4.9	-7.8	-12.2	-17.5	-23.7	-30.3	-37.1	-42.8	-47.4	-48.5	-47.0	-44.0	-43.8	-43.2	-42.4	-41.6
Highjump	68.5°S	180°E	-0.6	-7.1	-10.3	-16.1	-21.6	-27.4	-33.6	-39.9	-45.1	-46.7	-45.4	-43.7	-42.9	-42.7	-42.0	-41.7	-41.8
Little America	78.5°S	162°W	-6.	-9.	-13.5	-18.	-24.5	-32.	-37.	-44.	-48.	-50.	-46.5	-44.	-42.5	-41.5	-39.5	-39.0	-39.0