

4 暑熱環境測定結果

4. 1 5年間の気象経過と2021年の夏の天候の特徴

本業務では2017年夏季に14地区での測定を開始してから、2019年には3地区を追加して2021年のオリパラ大会開催までの5年間の夏季に継続して測定を行った。また、2021年の開催時には、会場内における暑熱環境のリアルタイムでの把握を目的とした測定を15会場で実施した（詳細は第3章参照）。本章では2021年の測定結果をとりまとめ、測定された会場内や会場周辺での暑熱環境を整理した。なお、本章では、測定結果のとりまとめが主体であり、年表記は原則として西暦を用いる。

(ア) 2017年～2021年の夏季の気象経過の特徴

オリパラ大会会場の暑熱環境については、その年の一般的な気象経過によって大きく異なることが想定される。したがって、2021年の測定結果のみで会場やその周辺の暑熱環境の特性を判断することは適切でなく、これまでの測定結果についても考慮していく必要がある。

その観点から、本業務を開始した2017年から2021年までの気象経過を一覧することで、2021年の測定結果の理解を深める一助とする。

本業務では、各年の7月1日から9月中旬までを測定対象の期間とした。各年の夏季の天候状態は、基本的には梅雨時期から始まり、梅雨明け後の晴天で高温な時期を経過して、残暑または秋雨と呼ばれる経過をたどる。しかしながら、その梅雨明けの時期やその後の高温の時期などは年々大きく変動する。

気象庁が国内を4地域に分けて、それぞれの地区で地域平均気温をもとめ平年との比較を行うことでその時期の気象経過をまとめている。その資料からオリパラ大会会場が位置した地域の天候経過をまとめた。会場のほとんどの会場は東京周辺の関東に位置したが、一部東北、北海道でも開催されたため、北日本（北海道・東北）及び東日本（関東甲信・北陸・東海）の2017年～2021年の夏季の変化について対象とした（図4-1(a)～(e)）。

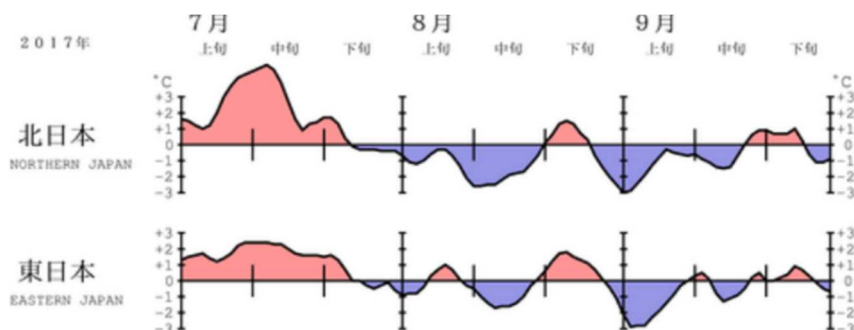


図 4-1(a) 地域平均気温の平年偏差の5日移動平均時系列(2017年)

2017年7月は平年を大きく上回る暑さで始まり、7月下旬以降は概ね平年を下回って経過した。

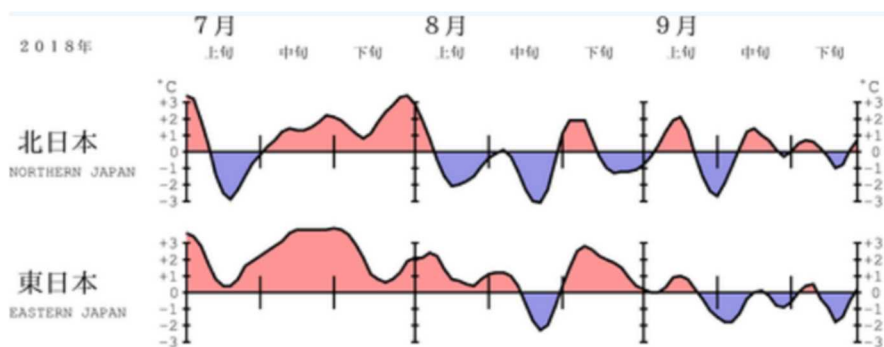


図 4-1(b) 地域平均気温の年平均偏差の 5 日移動平均時系列(2018 年)

2018 年は早く梅雨明けした後、東日本では 8 月上旬まで平年を上回る暑さで経過した。また、8 月下旬にも非常に厳しい残暑となった。

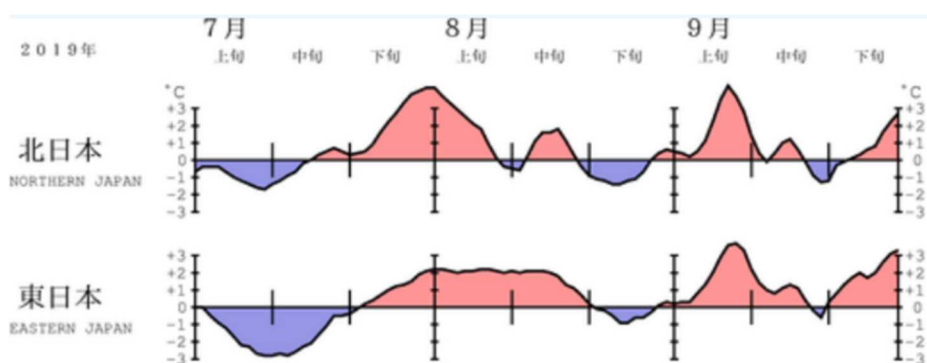


図 4-1(c) 地域平均気温の年平均偏差の 5 日移動平均時系列(2019 年)

2019 年は、梅雨明けは 7 月下旬になり、その後平年を上回る高温となり、8 月中旬まで続いた。9 月には残暑となり、平年差では 8 月を上回る程度の時期もあった。

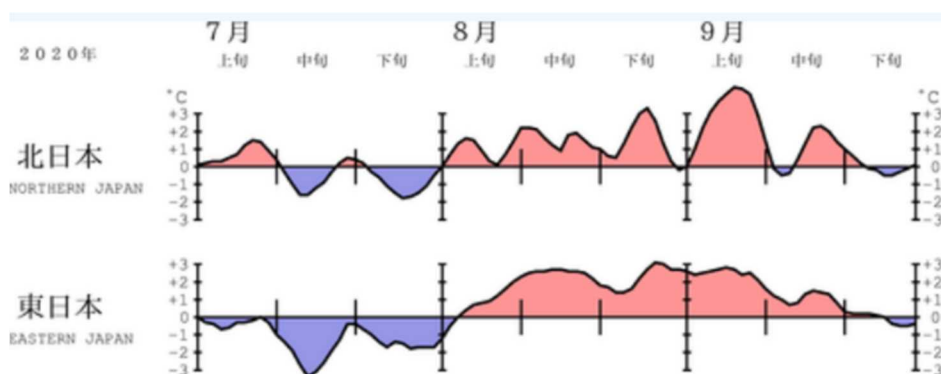


図 4-1(d) 地域平均気温の年平均偏差の 5 日移動平均時系列(2020 年)

2020 年は、2019 年よりさらに遅く 8 月に入って梅雨明けとなった。7 月までは平年を下回る冷涼な天候であったが、8 月以降一転して 9 月中旬まで平年を大きく上回る厳しい暑さが続いた。

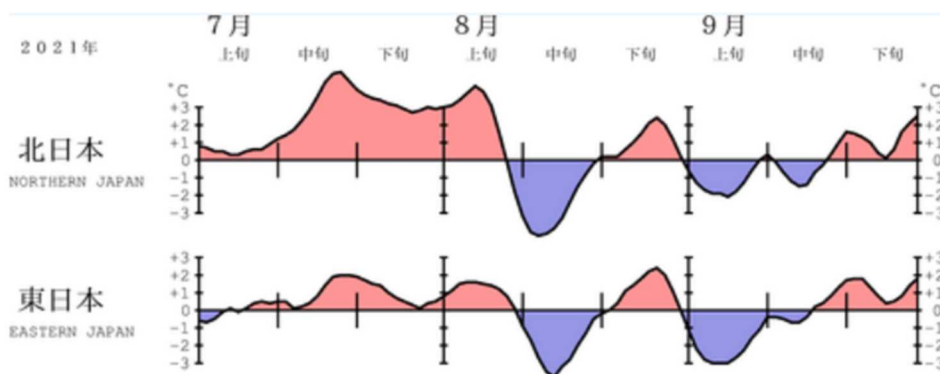


図 4-1(e) 地域平均気温の年平均偏差の 5 日移動平均時系列(2021 年)

2021 年は、東日本では 7 月中旬から 8 月上旬にかけて平年を上回ったが、8 月中旬には大きく低下し、一時的に厳しい暑熱環境は緩和された。8 月下旬に一時的に平年を上回る残暑となって、9 月には再び平年を下回った。北日本では、8 月中旬以降は東日本と同様の経過をたどったが、それまでの 7 月から 8 月上旬にかけては平年を大きく上回る厳しい暑熱環境が継続した。

オリンピック期間、パラリンピック期間としてまとめた場合、オリンピック期間(7 月 23 日～8 月 8 日)は平年より高く、パラリンピック期間(8 月 24 日～9 月 5 日)の前半は平年より高く、後半は平年を下回った。

過去 5 年間の天候経過から、各地域平均では、年によって大きく状況が異なることが示されたが、会場周辺の天候の特徴ということで上記の図表に加え、代表的な都市の気温や日照の経過をまとめた。多くの会場が集中した地域の代表としての東京、宮城県及び福島県での競技会場に関連付けて仙台、札幌市内での競技会場に関連付けて札幌での各年の月ごとの日照時間(1 日当たりに換算)、真夏日(日最高気温が 30℃以上)の日数をまとめた(図 4-2(a)～(c))。

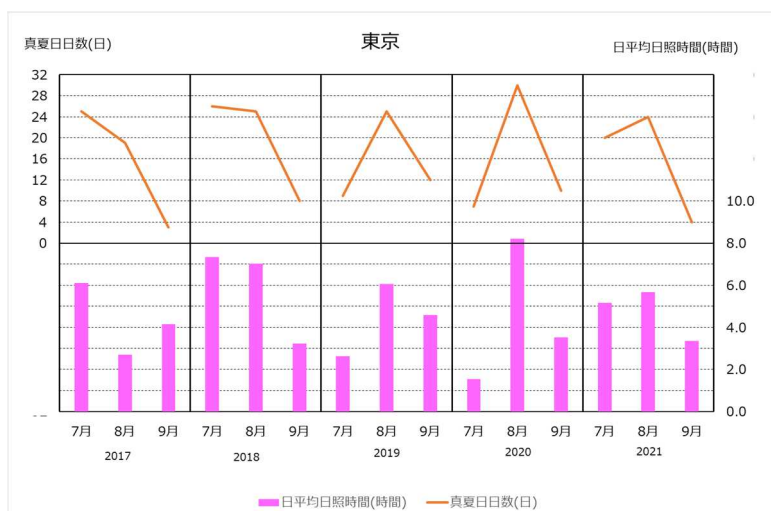


図 4-2(a) 東京における 2017 年～2021 年の月毎の日照時間と真夏日日数

東京では、例年、真夏日の日数は7月または8月にピークとなり、2020年8月にはほぼすべての日が真夏日であった。これに対応して日照時間も非常に多くなっている。真夏日の日数及び日照時間は年・月による変動が大きく、暑さのピークの時期の暑熱環境は厳しいが、その時期や程度は年々変動が大きい。

2021年は、東京では過去4年に比べて暑熱環境としては若干緩和された。

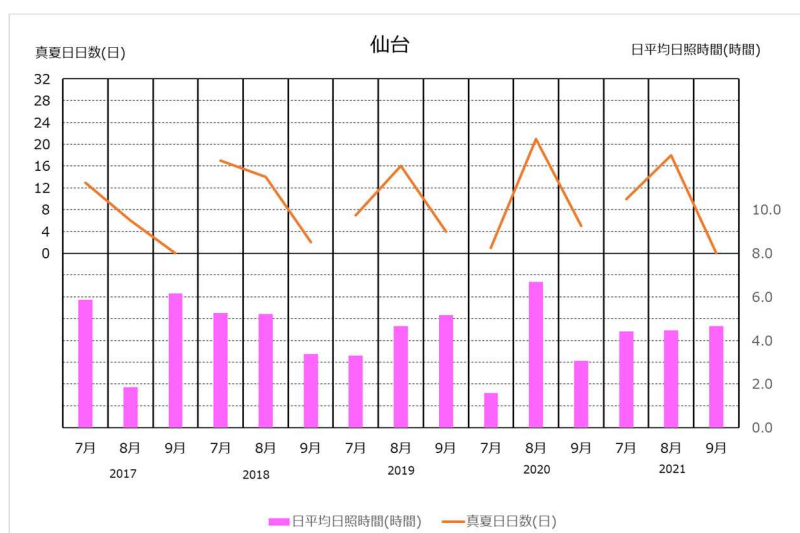


図 4-2(b) 仙台における 2017 年～2021 年の月毎の日照時間と真夏日日数

仙台での真夏日日数は2017年、2018年は7月に2019年から2021年は8月に最多となっている。いずれの場合もその日数は15日前後と東京よりはかなり少ない。また、日照時間の年・月毎の変動は小さい。2021年は9月の真夏日を除いてこの5年間では平均的な値となっている。

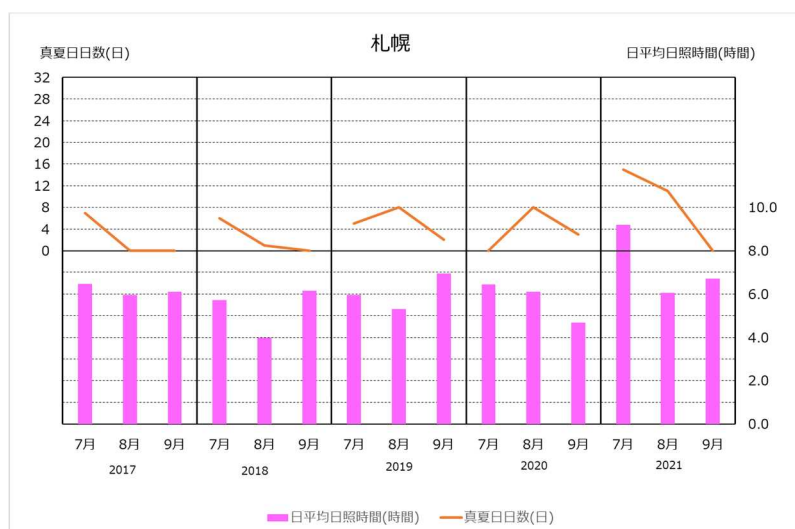


図 4-2(c) 札幌における 2017 年～2021 年の月毎の日照時間と真夏日日数

札幌での真夏日日数は2017～2020年にかけてはかなり少ない。全く真夏日が観測されない年もあった。一方で、2021年は7月に13日、8月に12日と記録的に多くなった。日照時間は年による

変動は他の2都市よりは少ないが、2017年7月は相当に多くなった。

以上から、関東では2021年は過去5年と比べ厳しい環境であったとは言えないが、北日本、特に札幌では厳しい夏であったといえる。

(イ) 2021年の気象経過のまとめ

2021年の測定期間の日本の天候は、7月はじめは全国的に梅雨期間で、会場の位置する関東甲信、東北南部ではともに7月16日に梅雨明けとなった。その後は晴天が継続し厳しい暑さとなった。ただし、過去3年の猛暑に比べた場合には、平年との偏差の大きさからみてその程度は少し緩和されたものとなった。なお、東京での猛暑日(日最高気温35℃以上)は過去3年それぞれ12日であったが、2021年は2日であった。(図4-1(b)~(e))

8月中旬には寒気の流入などで一時的に気温が大きく低下した時期もあった。

8月下旬には残暑となって、各地で気温が上昇した。

9月に入ると再び大きく気温が低下した。

北海道では7月から8月上旬にかけて相当な高温で経過した。

(ウ) 東京のWBGTの経過

環境省が東京のWBGTとして公表している文京区小石川植物園でのWBGT日最高値の変化を図4-3に示す。図には気象庁が東京観測点としている千代田区北の丸公園の日照時間及び降水量を合わせて記入している。また、過去10年間の平均値および猛暑の時期が含まれる2018年~2020年の3年間のWBGTについても記載している。

2021年は7月16日の梅雨明けまでの期間は、日照時間がほとんどなく、雨も観測された日のWBGTは22~30℃とかなり変動して、過去の平均値を上回った期間もあり、「梅雨寒」の状況ではなかった。

7月16日の梅雨明け以降8月10日までは雨の日が非常に少なくなり日照時間は10時間程度が継続した。このため、WBGTも32℃前後の日が継続した。このWBGTのピーク値は過去の平均値を2℃前後上回るが、2020年の8月中旬のピーク値を上回るほどではなかった。この期間は概ねオリンピック開催期間に相当する。

8月10日以降は一時的に秋雨前線が南下し、WBGTも8月15日には20℃程度まで大きく低下した。

その後、8月20日頃から8月末までは再び晴天となり、またWBGTも31℃前後まで上昇した。ただし、この期間の日照時間はそれほど多くなく、雨の日もあり、蒸し暑く感じる環境となった。この期間は概ねオリンピック開催期間の前半に相当する。

9月1日以降は再び秋雨の天候となり、WBGTは低く経過した。このため、オリンピック開催期間の後半は一転して冷涼な天候となった。

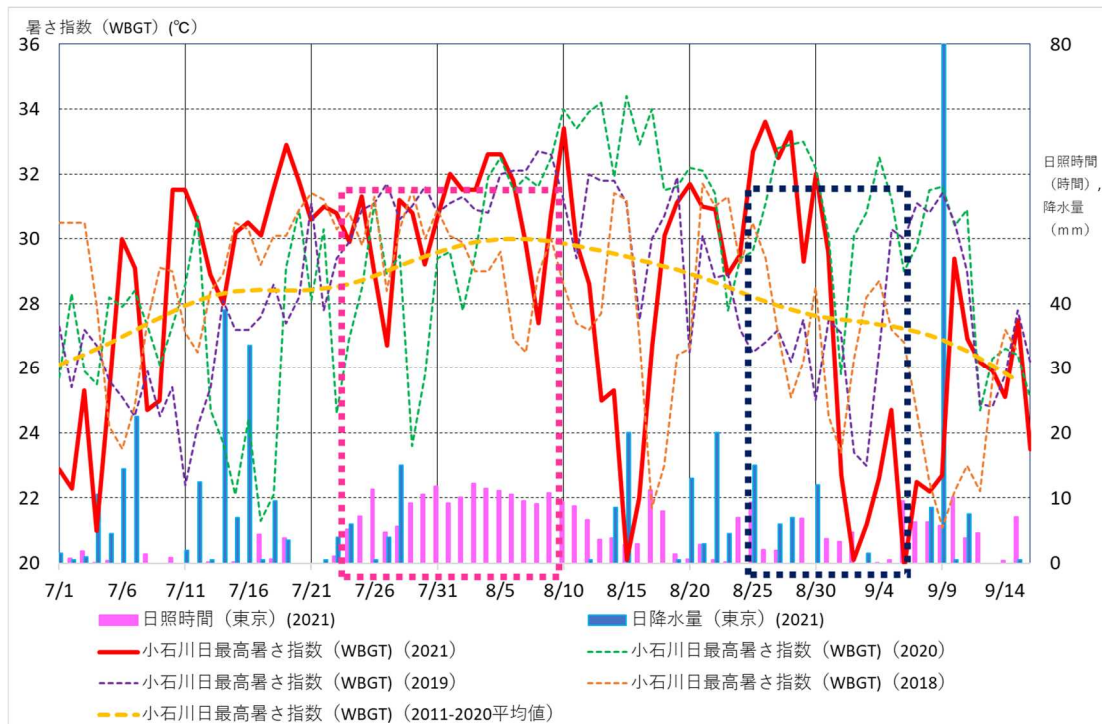


図 4-3 測定期間中の東京(小石川)の気象経過

(工) 測定地区近隣の気象庁観測結果からみた気象経過

各測定地区の近隣の気象庁アメダスで観測された日照時間、及び日最高気温を図 4-4(a)、(b)に示す。各地区とも全般的な気象経過と同様、梅雨期間の7月中旬までは日照時間が少なく、日最高気温が30℃を上回る真夏日は少なかったが、梅雨明け以降8月上旬までは日照時間は多くの地点で8時間を超過し、日最高気温も内陸部や福島では35℃を超え猛暑日となった地点もあった。8月中旬には寒気が南下し、日照時間が極めて短くなったため、日最高気温が20℃に達しない地点もあった。8月下旬には再び気温が上昇し、日最高気温35℃以上の猛暑日となった地点も現れた。

9月に入ってから再び気温は大きく低下した。

注：この期間の日照時間の最大値は14時間から12時間程度

なお、東京における昼の長さは、2021年7月1日：14時間32分、2020年9月16日：12時間36分

(7月1日 日出04:29、日没19:01。9月10日 日出05:20、日没17:56)

測定地点	新国立競技場周辺・皇居外苑周辺・国技館周辺・馬事公苑周辺	有明・お台場地区周辺・大井ホッケー競技場周辺	東京スタジアム周辺	霞ヶ関カントリー倶楽部周辺	朝霞陸上自衛隊訓練場周辺	埼玉スタジアム2002周辺	幕張メッセ周辺	釣ヶ崎海岸サーフィン会場周辺	江の島ヨットハーバー周辺	横浜国際総合競技場周辺	伊豆ベロドローム周辺	富士スピードウェイ周辺	福島あづま球場周辺
アメダス	東京	江戸川臨海	府中	所沢	練馬	越谷	千葉	茂原	辻堂	横浜	三島	御殿場	福島
7/1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	1.2
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	2.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.6	0.4	0.8	0.3	0.4	0.1	0.2	4.0	0.0	0.5	0.0	0.0	0.2
	0.2	0.6	0.5	0.0	0.0	0.0	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	5.3
	1.9	1.7	1.6	2.3	1.9	1.3	1.9	0.4	2.4	2.0	1.0	1.0	0.0
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4	0.0	0.0	0.0	0.0	2.2
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0
	9.0	10.0	8.4	7.8	7.9	9.1	10.4	0.6	9.9	9.4	6.7	3.8	1.5
7/11	3.1	4.1	2.8	4.3	2.8	2.5	7.6	3.3	9.2	7.0	6.5	6.6	0.2
	7.9	6.5	7.9	7.9	8.1	7.6	9.4	6.4	7.7	8.3	7.5	7.3	2.2
	1.6	0.8	0.5	0.5	1.7	2.0	1.6	0.2	1.7	0.6	2.7	2.4	3.1
	0.9	1.0	0.7	0.8	0.1	1.2	4.1	0.1	1.9	3.0	0.0	0.0	4.7
	5.0	6.9	5.3	4.6	3.3	2.6	3.5	0.0	7.3	6.9	5.1	1.6	5.5
	8.0	11.8	8.1	8.2	6.8	5.9	9.5	0.2	9.8	10.8	10.3	9.6	10.2
	9.6	13.9	13.7	13.6	13.6	13.6	11.9	0.0	12.6	12.0	13.5	12.5	13.0
	12.9	12.3	13.5	13.6	13.8	13.1	11.4	0.0	13.4	10.5	12.8	12.9	13.2
	11.0	12.2	13.1	12.4	13.0	13.2	8.6	7.4	13.3	11.3	8.6	8.3	13.4
	9.8	11.9	9.2	11.1	8.3	10.2	11.8	6.7	11.9	10.5	9.7	9.2	11.4
7/21	10.6	13.0	10.7	10.5	10.5	11.9	12.8	1.4	11.0	12.3	11.5	11.4	9.5
	11.3	11.2	12.9	12.8	10.9	9.7	9.6	0.5	11.8	13.0	11.4	8.7	3.8
	8.7	12.1	12.1	11.9	10.4	9.5	9.5	0.0	12.6	11.1	9.7	7.3	5.3
	7.3	12.5	7.7	7.2	5.3	7.7	10.6	0.3	10.3	11.2	6.9	7.0	4.2
	10.4	13.2	10.6	12.1	10.9	13.2	9.8	0.6	12.0	12.4	12.4	13.1	9.0
	5.4	5.8	4.9	5.8	5.5	6.5	5.2	4.8	3.3	4.3	3.7	5.5	9.2
	2.7	4.4	3.3	2.7	3.5	2.8	2.7	3.6	3.3	4.0	0.0	0.3	1.6
	6.8	11.3	8.1	7.5	7.2	7.7	7.2	1.8	11.9	9.2	7.2	11.9	4.9
	4.5	6.9	3.6	2.1	3.5	2.5	5.1	0.0	6.2	6.0	3.3	5.5	3.1
	2.1	4.8	2.4	2.0	1.6	0.8	3.7	0.0	1.9	2.1	3.9	1.4	2.6
8/1	8.6	7.3	7.2	7.5	7.5	8.1	9.7	3.5	6.2	11.1	5.2	5.8	9.0
	12.0	12.6	12.2	12.4	12.2	11.3	11.3	7.0	12.2	12.8	9.9	11.2	8.1
	7.6	7.2	7.3	7.0	5.8	5.2	4.6	9.7	7.0	7.7	8.0	8.7	12.6
	7.6	12.3	10.8	12.2	10.6	9.7	8.9	11.3	10.7	8.6	8.3	10.2	12.0
	11.5	12.4	12.2	12.2	10.4	10.3	12.1	10.8	12.7	10.8	11.1	7.2	10.0
	11.7	12.8	11.4	12.2	11.8	12.3	12.6	8.3	12.3	11.8	11.7	11.8	6.9
	9.9	11.9	10.7	8.8	11.1	11.3	9.9	9.7	11.8	8.8	12.2	10.1	8.8
	1.5	2.5	0.6	1.0	1.3	2.7	3.8	10.8	0.1	3.3	1.6	0.2	4.4
	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.9	0.0	0.3	1.5	0.3	0.2
	3.9	5.9	6.9	4.4	6.8	6.0	4.9	8.5	3.8	5.6	3.1	0.0	1.0
8/11	8.2	11.4	10.7	10.3	11.1	11.1	12.6	9.7	12.3	12.8	11.6	11.3	4.1
	8.8	8.7	7.7	8.3	7.3	7.9	6.7	13.0	6.3	8.3	7.6	7.7	4.2
	0.7	0.6	0.1	0.0	0.2	0.1	0.6	8.5	0.6	0.3	0.6	0.7	0.0
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.3	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	1.2	1.1	0.0	0.0	0.0	0.4	0.4	9.8	0.1	0.2	1.4	0.0	0.0
	5.8	9.2	3.8	2.9	5.3	5.6	10.2	4.4	7.6	6.9	4.0	0.3	2.2
	11.3	10.3	8.6	8.1	9.7	10.5	12.3	9.1	10.8	10.9	7.0	7.2	7.5
8/21	10.9	11.4	10.8	10.8	11.0	11.6	11.1	12.4	9.8	11.0	5.9	4.8	6.6
	4.6	5.0	2.6	2.5	3.2	2.9	4.9	12.0	3.6	5.1	2.5	1.2	0.6
	4.6	3.8	4.9	5.2	4.1	3.0	4.1	7.2	2.8	4.6	3.2	3.8	1.7
	4.2	3.4	2.1	0.6	2.2	3.1	3.5	0.3	1.7	3.8	3.4	1.2	2.6
	4.2	4.1	2.0	0.8	1.5	1.9	3.4	8.4	3.2	3.0	3.8	0.3	0.4
	5.4	6.2	4.0	3.4	4.7	0.9	5.4	8.5	4.1	8.3	0.7	0.5	0.0
	8.1	10.6	7.7	7.7	6.3	7.9	11.1	9.7	11.2	11.7	10.6	10.2	5.3
	9.0	12.3	9.3	8.5	8.2	10.4	9.6	7.6	11.5	10.3	10.8	7.1	10.6
	8.8	10.1	7.2	8.0	7.0	8.4	8.7	7.1	11.6	8.8	12.0	12.1	10.1
	1.1	4.6	0.6	0.6	0.1	1.9	6.3	12.3	2.8	5.1	8.2	2.7	12.3
9/1	8.9	10.4	10.3	9.8	10.0	8.1	11.2	10.7	11.6	9.0	9.1	11.0	1.5
	2.9	3.3	1.0	0.4	1.8	2.8	3.4	5.9	2.7	0.9	6.8	0.2	4.3
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.9	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	10.6	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0
	0.3	2.1	0.9	0.2	0.5	0.0	1.2	4.8	0.5	0.4	2.0	0.8	0.0
	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	3.7	0.0	0.5	3.4	0.2	0.0
	4.0	5.8	1.4	1.0	1.3	3.6	7.2	3.1	5.9	4.9	9.0	7.8	7.3
	1.9	2.2	1.1	2.2	1.8	1.4	2.7	8.5	1.7	2.3	4.9	2.6	0.0
7.4	8.4	9.0	8.5	8.0	8.2	4.4	5.0	9.7	8.0	10.7	3.9	8.0	

5時間未満
 5時間以上8時間未満
 8時間以上12時間未満
 12時間以上

図 4-4(a) 測定期間中の各測定地区近隣アメダスの日照時間

