

## 5. 7 日なた・日陰設定の検証

本業務では、暑熱環境にもっとも影響を与えると考えられる日射の有無による、また地表面の違いによる暑熱環境の差を観測するため、携帯型を用いて 14 地区それぞれの地区内での日射の有無、地表面の環境条件の違いによって暑熱環境がどのように異なるかについて測定を行った。

各測定地区においては、「草地日なた」「草地日陰」「コンクリート日なた」「コンクリート日陰」の 4 条件で測定を行ったが、「日なた」、「日陰」が当初想定したとおりの日なた、日陰になっていない事例があった。このことから、各測定地点において、「日なた」「日陰」が当初の設定に適合しているか確認するため測定値を用いて評価した。評価方法は、以下のとおり。

WBGT 計は、日射の効果を黒球温度の上昇で測定するよう設計されているため、WBGT 計の黒球温度 ( $T_g$ ) と気温 ( $T_a$ ) の差 ( $T_g - T_a$ ) は日射が強いほど大きく、日射が弱いとき、曇天の下では小さくなる。このことから、晴天となった日の標準型及び携帯型の各測定機器の黒球温度と気温の差 ( $T_g - T_a$ ) の時系列変化の図を作成し、各測定地点の日陰、日なたが設定に適合しているかを調査した。時系列グラフの作成には 1 分値を使用した。

検証の対象とする晴天日は、測定地区近隣の気象庁アメダスで日照時間 8 時間以上の地点が多かった以下の日とし、

7 月 21 日、7 月 22 日、7 月 31 日、8 月 9 日、8 月 24 日、8 月 25 日、9 月 9 日

対象日のうちで特徴が顕著に現れている 2 例を抽出し、測定地区別に図 5-21(a)~(n)に示した。

### 日なた・日陰の検証結果

図 5-21 で、日なたにおいて ( $T_g - T_a$ ) の降下が生じている時間帯は「日射が全面的にまたは部分的に遮られている」、日陰において ( $T_g - T_a$ ) の上昇が生じている時間帯は「日射があった」あるいは「周囲の建物等からの反射光があった」と判断し、各測定地区における日なた、日陰の検証結果を表 5-4 にまとめた。

表 5-4 日なた、日陰の検証結果

新国立競技場周辺	<p>コンクリ日なた：9時頃まで日射無し</p> <p>コンクリ日陰：9時頃まで日射あり</p> <p>日中長時間、微弱なプラスあり</p> <p>←北側の建物からの反射光の影響か</p>
皇居外苑周辺	<p>標準（草地日なたを含む、以下省略）：10時頃まで日射無し</p> <p>コンクリ日陰：6時過ぎに日射ありの事例あり</p>
国技館周辺	<p>標準：午前中日射が弱い</p> <p>草地日なた(単独)：10～12時頃の2時間以外は日射が弱い</p> <p>←樹木の影になっている</p> <p>草地日陰：午前中一時的に日射あり</p> <p>コンクリ日陰：日中時間帯に微弱なプラスが継続</p> <p>←公園北隣のビルの反射の影響か</p>
馬事公苑周辺	<p>草地日陰：9月以降午前中日射あり</p> <p>←9月に樹木が剪定されたため</p> <p>夕方に一時的に日射ありの事例あり</p> <p>コンクリ日なた：7月(太陽高度が高い時期)の11～12時に日射無し←設置した街灯の陰に入ったため</p> <p>コンクリ日陰：夕方に一時的に日射ありの事例あり</p>
有明・お台場地区周辺	<p>コンクリ日陰：日中微弱なプラスの時間あり</p> <p>草地日陰：一時的に日射あり←木漏れ日のため</p>
東京スタジアム周辺	<p>標準：10時頃まで日射なし←東側の樹木のため</p> <p>草地日陰：日中微弱なプラスあり</p>
霞ヶ関カンツリー倶楽部周辺	<p>草地日陰：9～11時に日射ありの事例あり</p>
埼玉スタジアム2002周辺	<p>草地日陰：9～11時頃と夕方(7月頃)に日射あり</p> <p>←樹木の枝のない方向に太陽があるため</p> <p>コンクリ日陰：9時頃まで日射あり</p> <p>←建物の庇以下の太陽高度のため</p>
幕張メッセ周辺	<p>草地日なた(単独)：14時以降日射無し</p> <p>9月は9時頃まで日射無しの時間あり</p> <p>草地日陰：午前中一時的に日射ありの時間帯あり</p> <p>←木漏れ日のため</p> <p>コンクリ日陰：9月に早朝に一時的に日射あり</p> <p>←設置の建物の庇より太陽高度が低いいため</p>

表 5-4 日なた、日陰の検証結果（つづき）

釣ヶ崎海岸 サーフィン会場周辺	コンクリ(砂地) 日陰：6時過ぎと13～16時頃に日射あり 日中微弱なプラスの事例あり 草 地 日 陰：日中微弱なプラスの事例あり ←灌木の隙間によるものか
江の島 ヨットハーバー周辺	標 準：8～10時に日射が弱い←東側の樹木のため 草 地 日 な た：太陽高度により時間が異なるが、午後に日射が 遮られる時間帯あり コンクリ 日 陰：14～16時に日射あり ←建物の連結部分から差し込む日射のため
横浜国際 総合競技場周辺	標 準：8～10時頃に日射が弱い コンクリ日なた：8～10時頃に日射が弱い コンクリ 日 陰：16～18時頃に日射あり
伊豆 ベロドローム周辺	草 地 日 陰：～9時と15時～に日射ありの時間帯あり ←太陽との位置関係による
福島あづま球場周辺	標 準：9時頃まで日射が弱い 草 地 日 陰：日中微弱なプラスを継続する場合が多い ←木洩れ日のため

14 測定地区それぞれの地区内における「日なた」「日陰」はおおむね設置前に想定したとおりであったが、一部の地点の設置環境に課題があった。

各測定地区での利用可能な施設、樹木等は限られることを考慮しつつ、今回の評価結果を踏まえ、「日なた」「日陰」が可能な限り設定条件に沿うよう、次年度の測定においては、以下の調整を行う。

① 「日なた」を想定しつつ、日陰となっている場合

- ・長時間日陰となる場合は、機器を設置する場所を調節する。
- ・携帯型では取付け支柱などからできるだけ離し、支柱等の陰にならないようにする。
- ・標準型に併設する携帯型は、標準型の黒球や取付けアームの陰になる事例も見られたため、アームに吊り下げた今年度の方式から、アームの上に取り付ける方法に見直す。

② 「日陰」を想定しつつ、日射がある場合

- ・長時間日なたとなる場合は、機器を設置する場所を調節する。

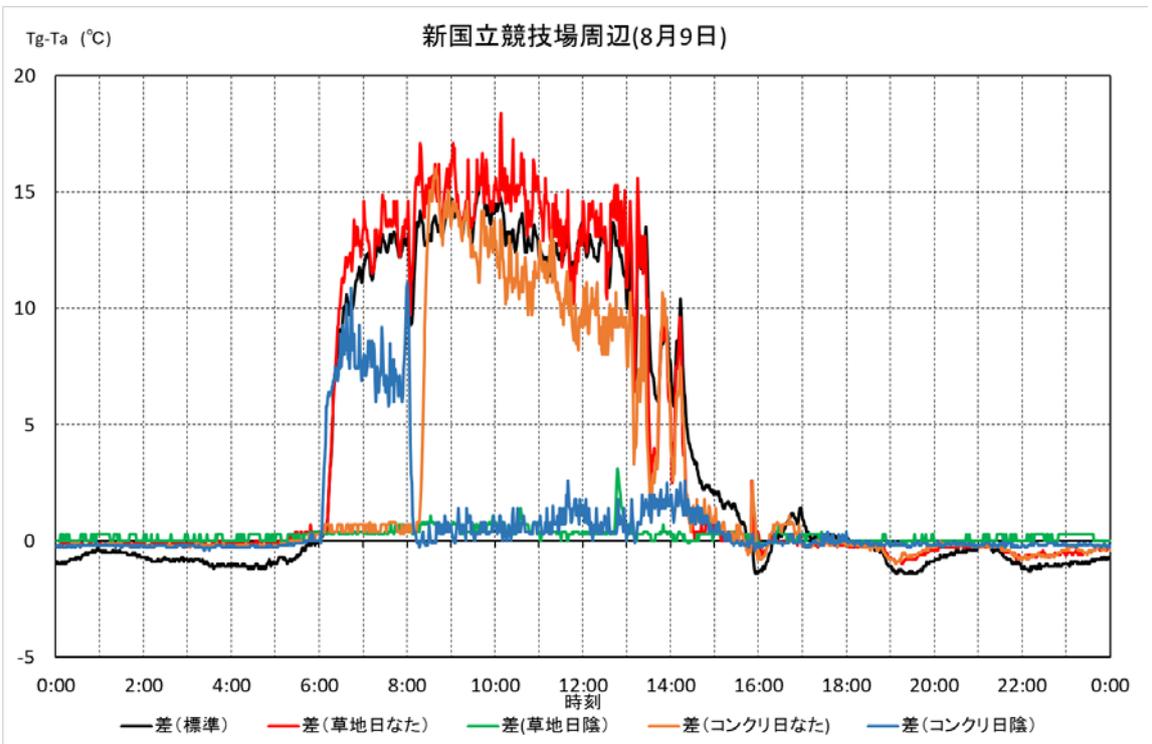
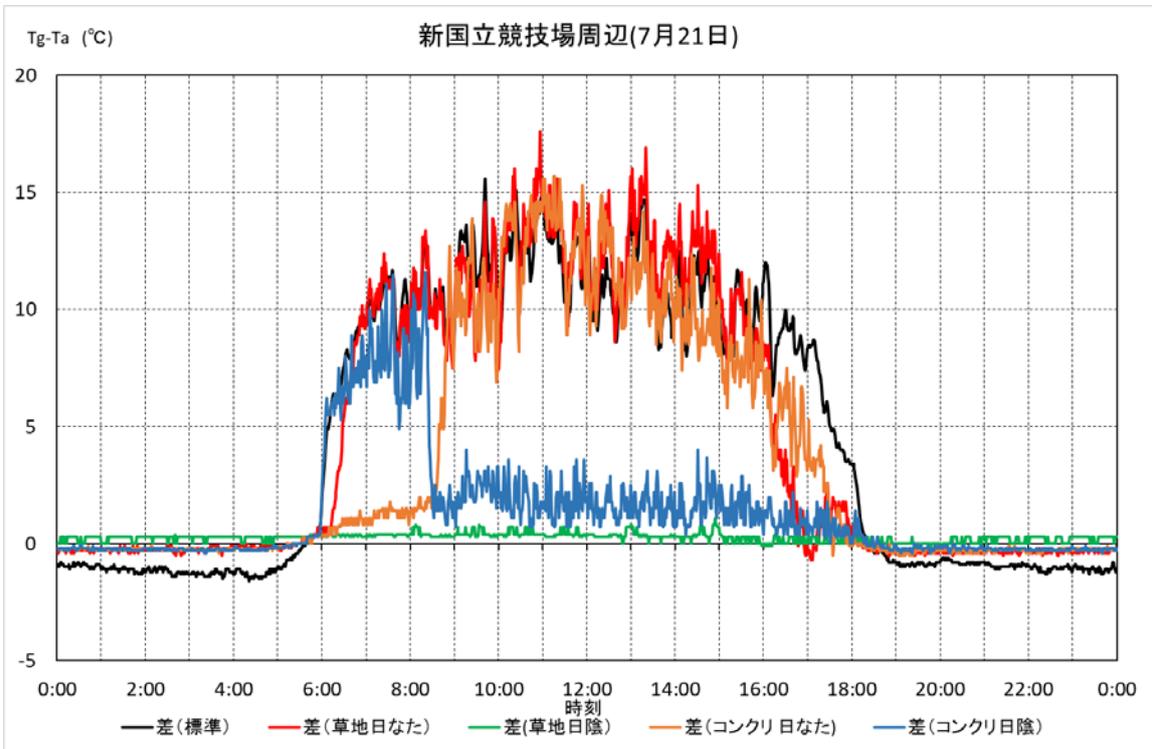


図 5-21(a) (Tg-Ta) の日変化図 (新国立競技場周辺)

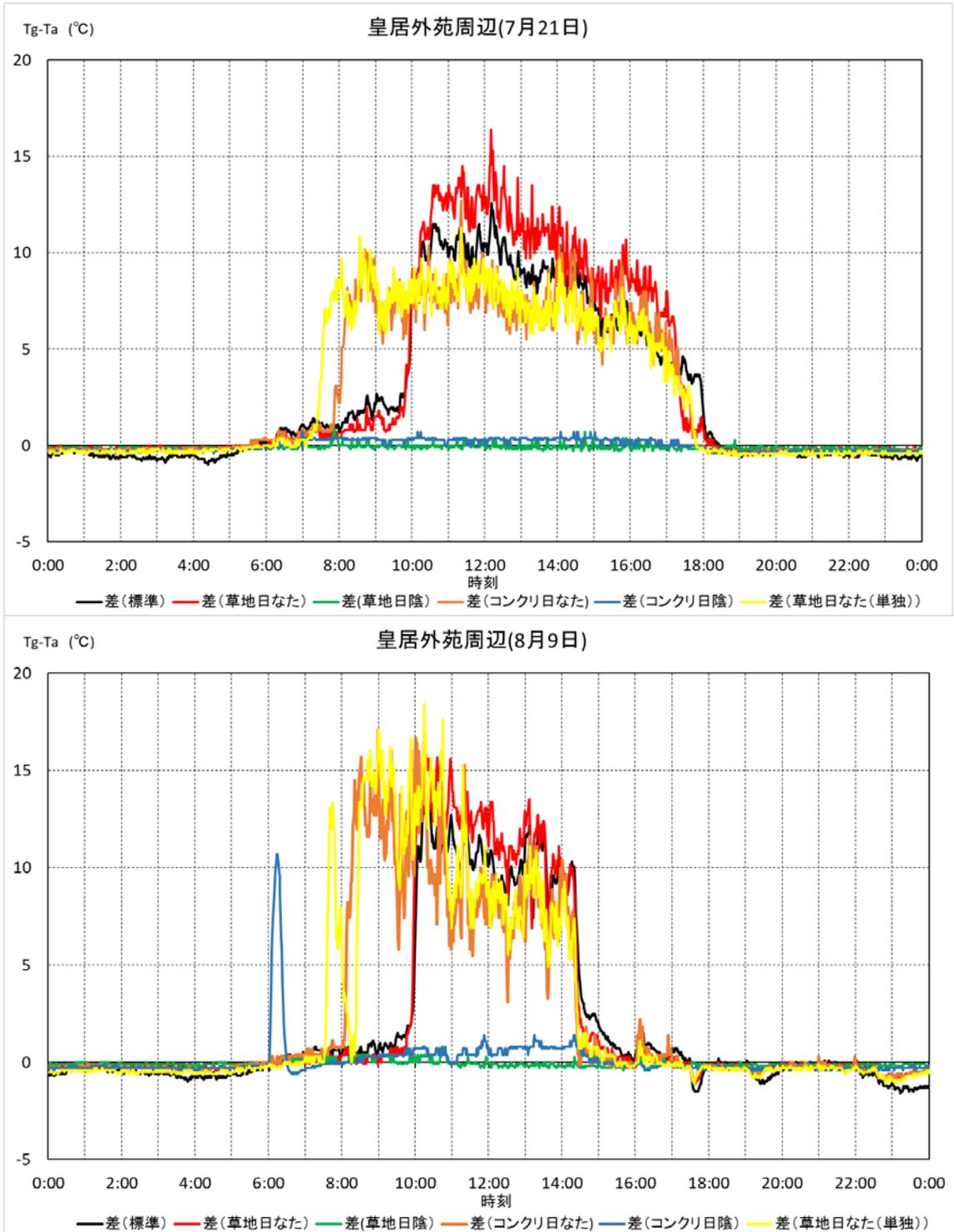


図 5-21 (b) (Tg-Ta) の日変化図 (皇居外苑周辺)

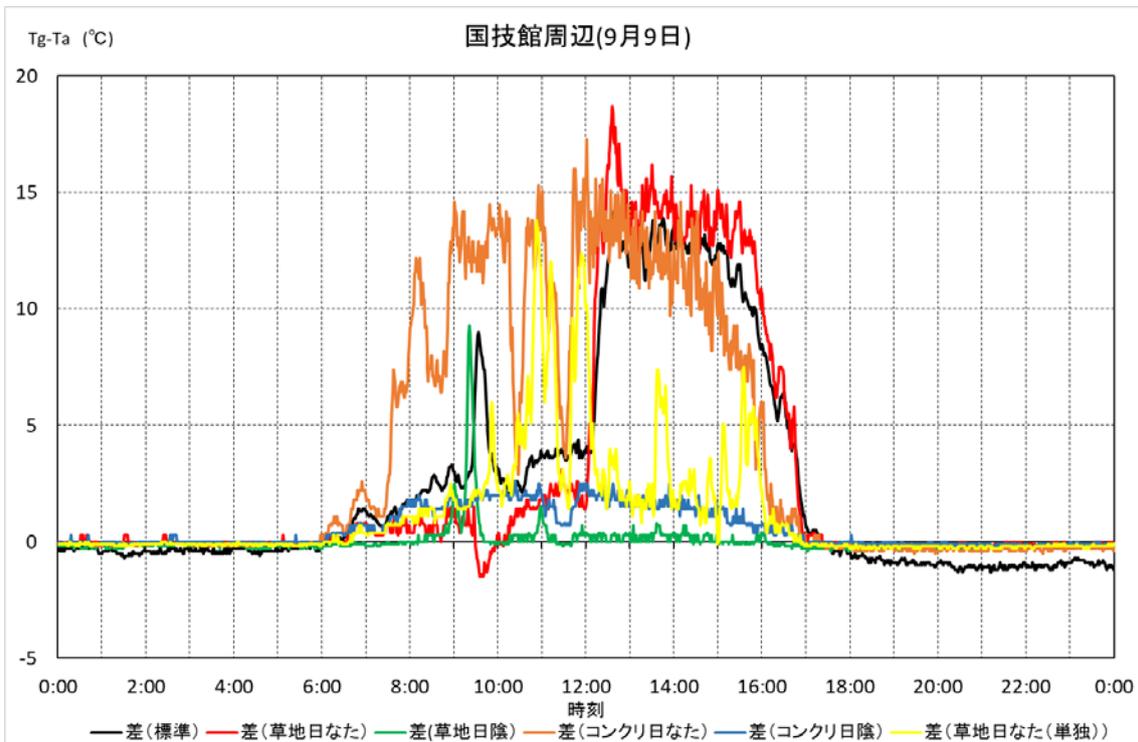
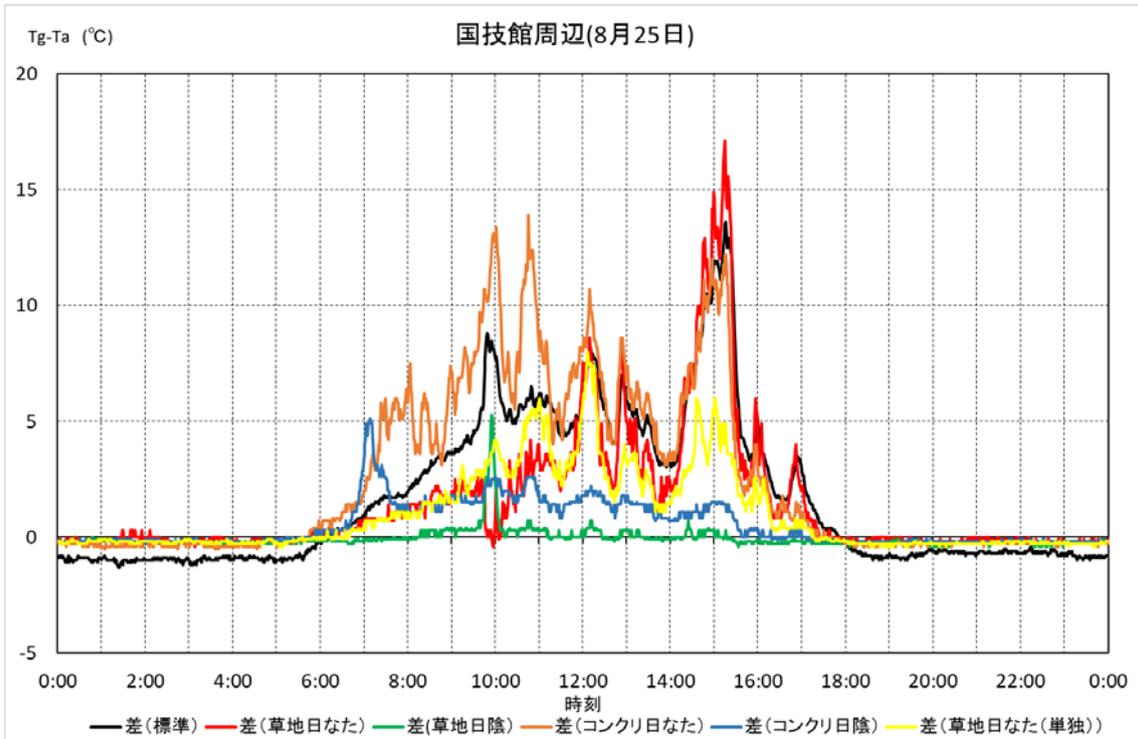


図 5-21 (c) (Tg-Ta) の日変化図 (国技館周辺)

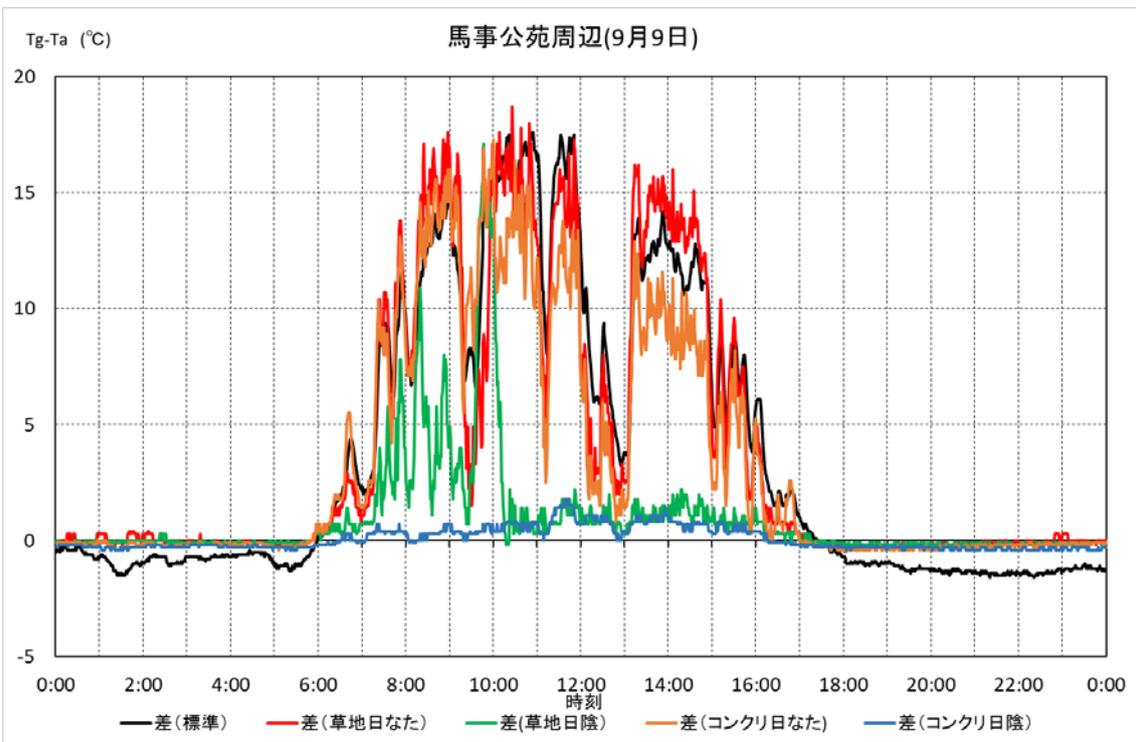
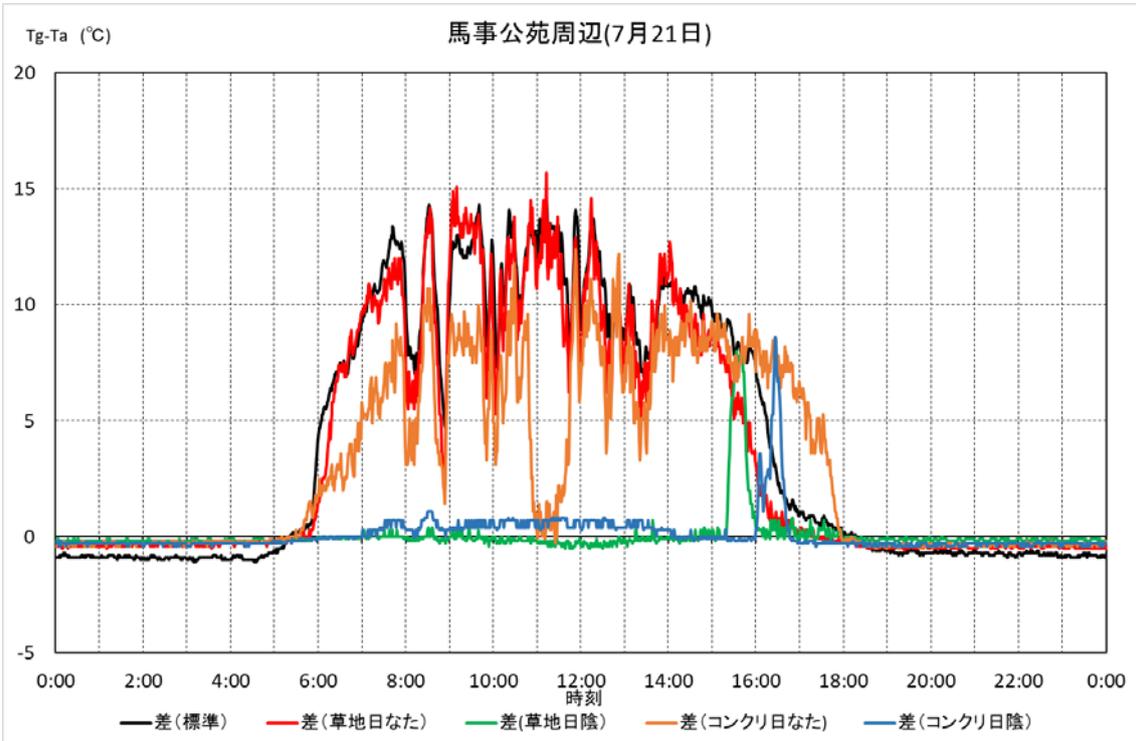


図 5-21(d) (Tg-Ta) の日変化図 (馬事公苑周辺)

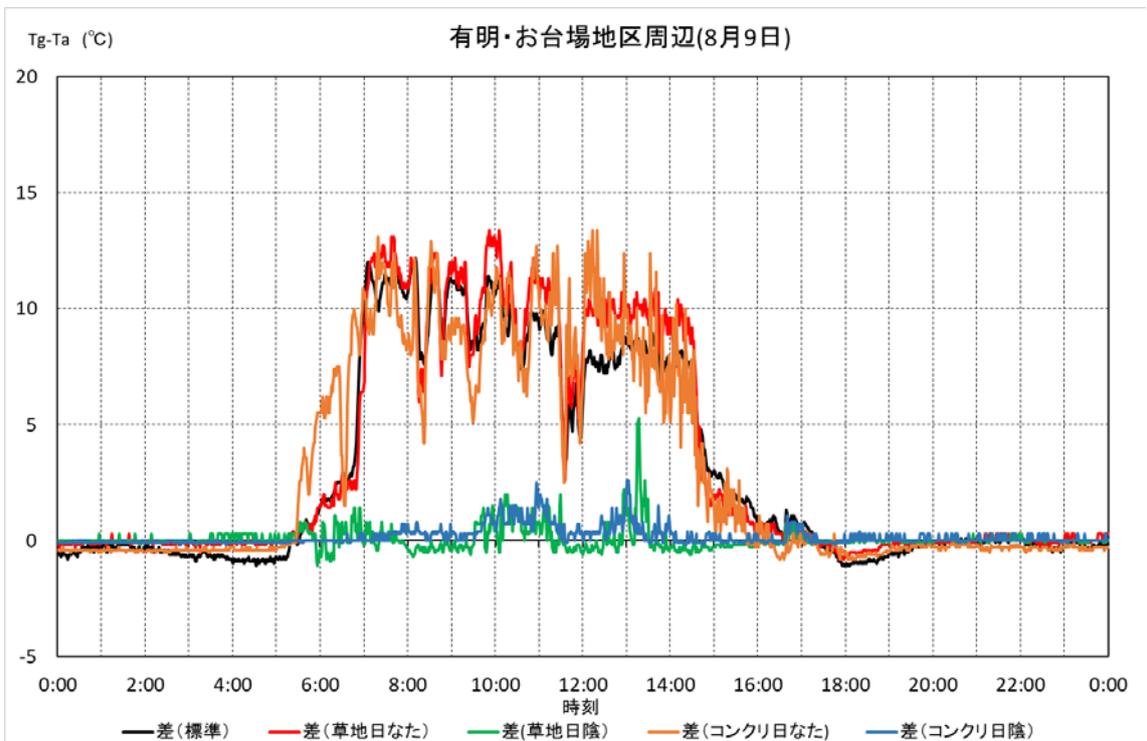
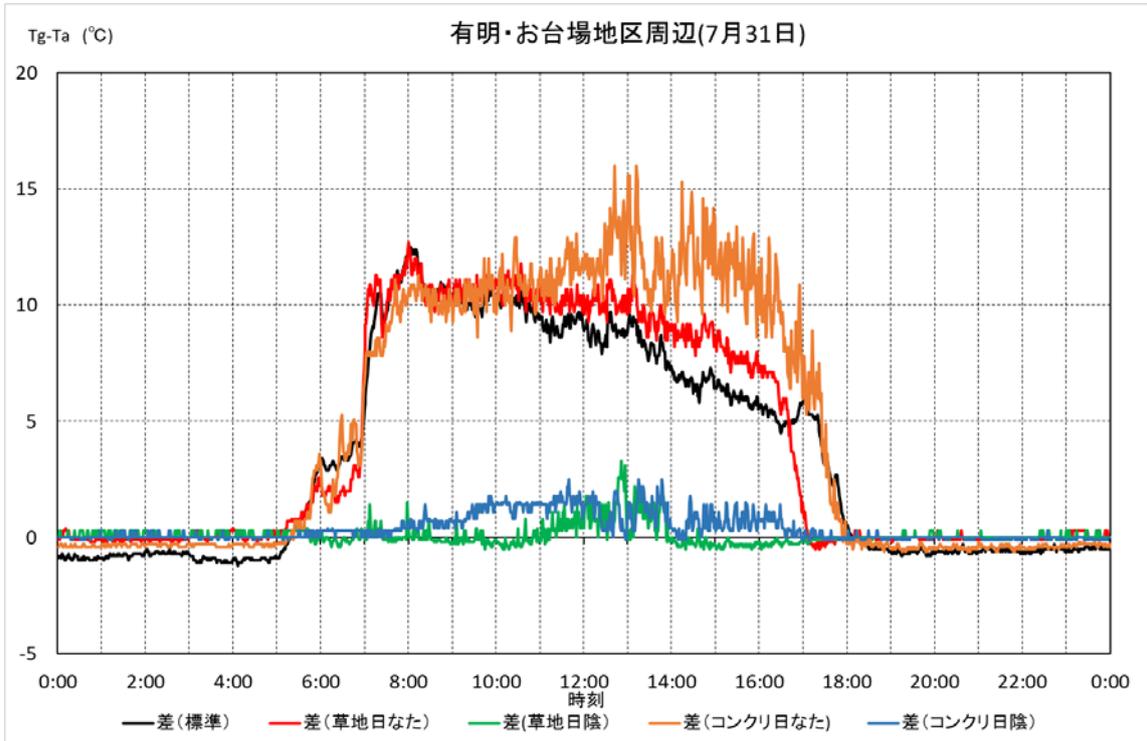


図 5-21(e) (Tg-Ta) の日変化図 (有明・お台場地区周辺)

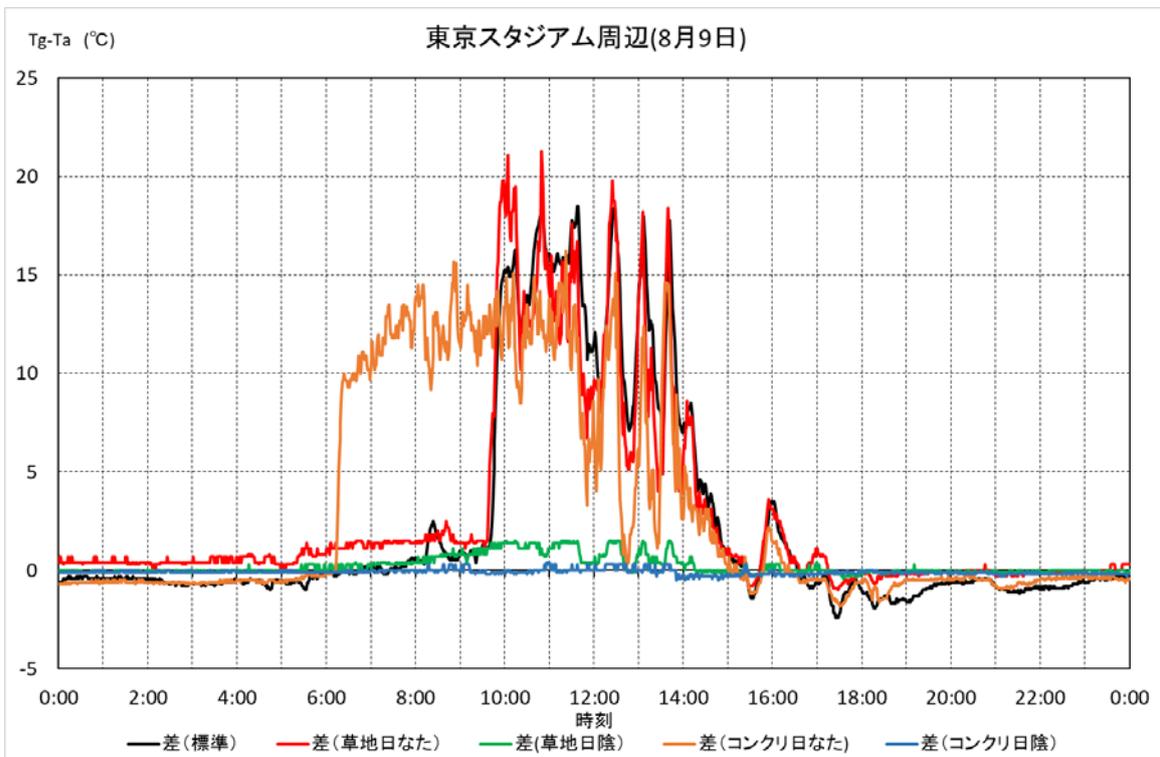
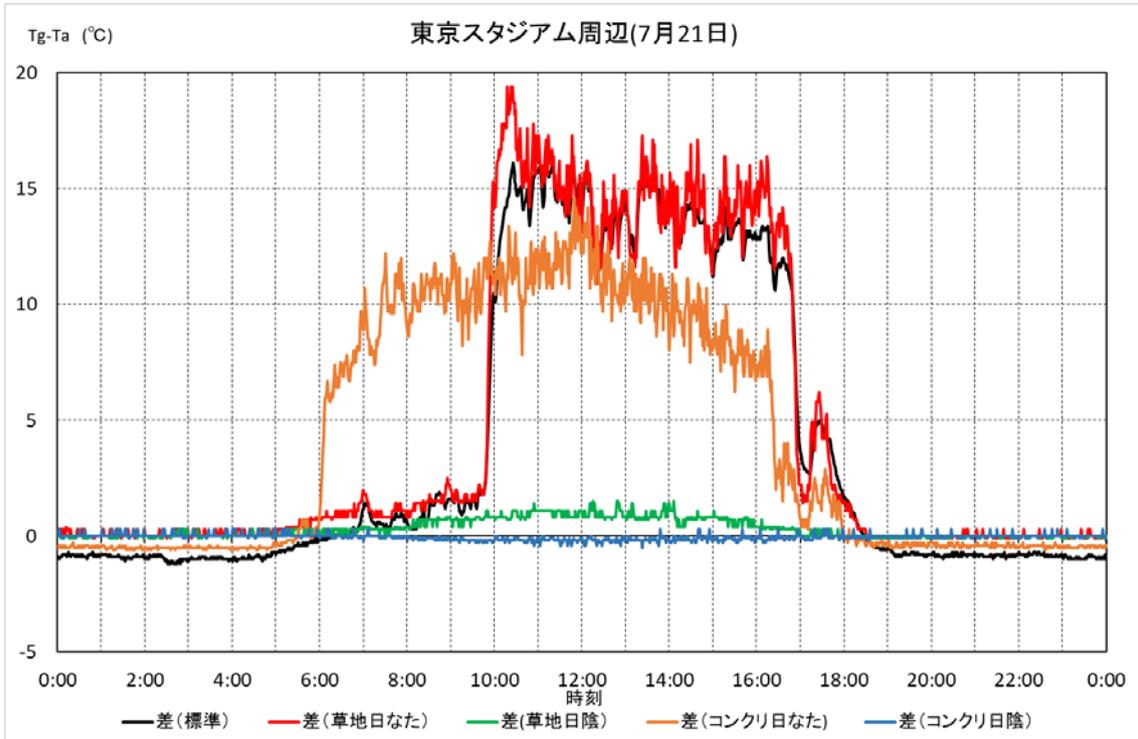


図 5-21(f) (Tg-Ta) の日変化図 (東京スタジアム周辺)

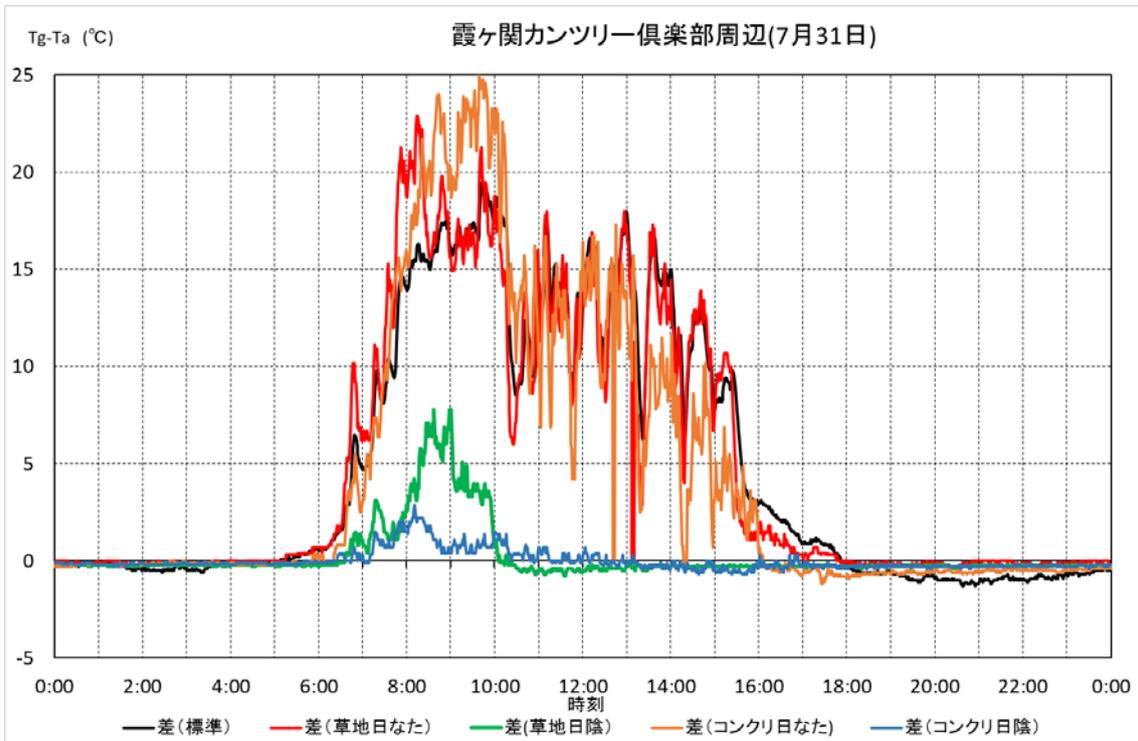
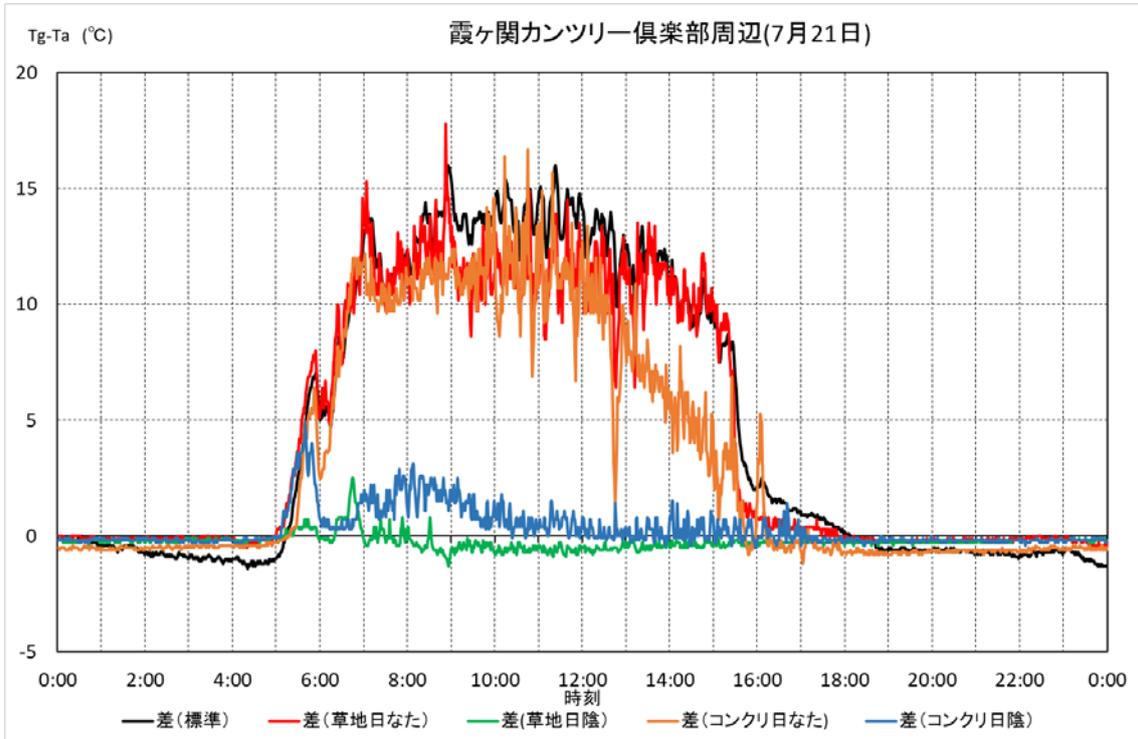


図 5-21(g) (Tg-Ta) の日変化図 (霞ヶ関カンツリー倶楽部周辺)

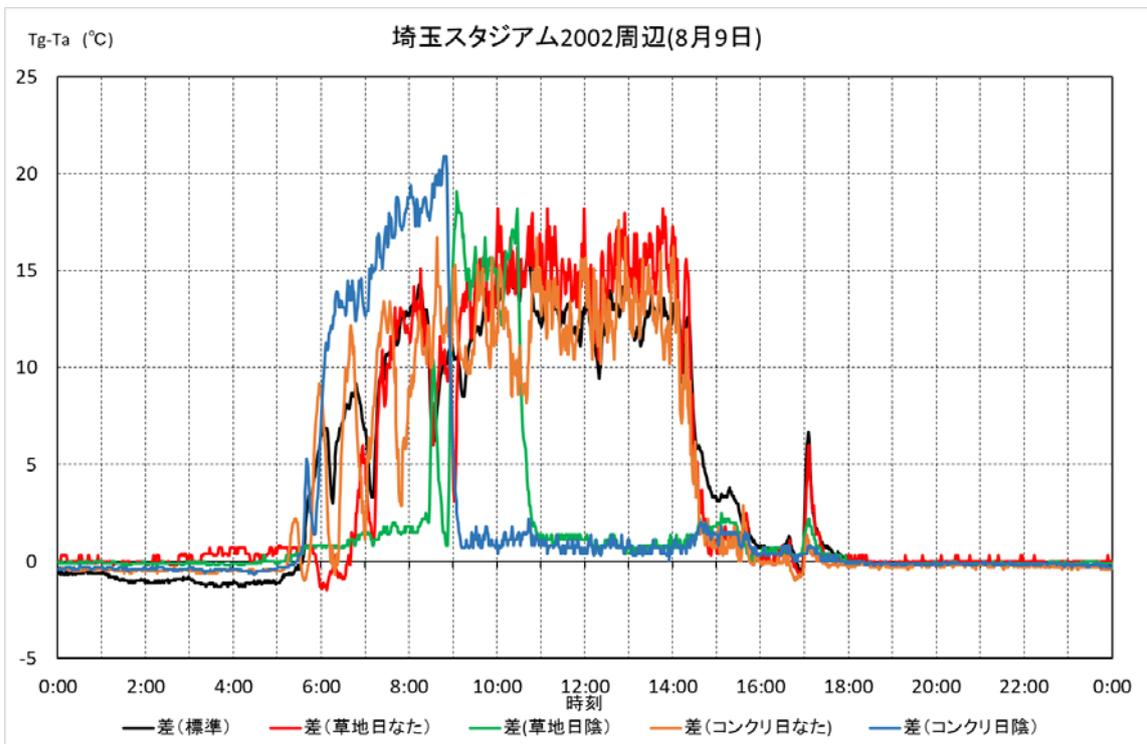
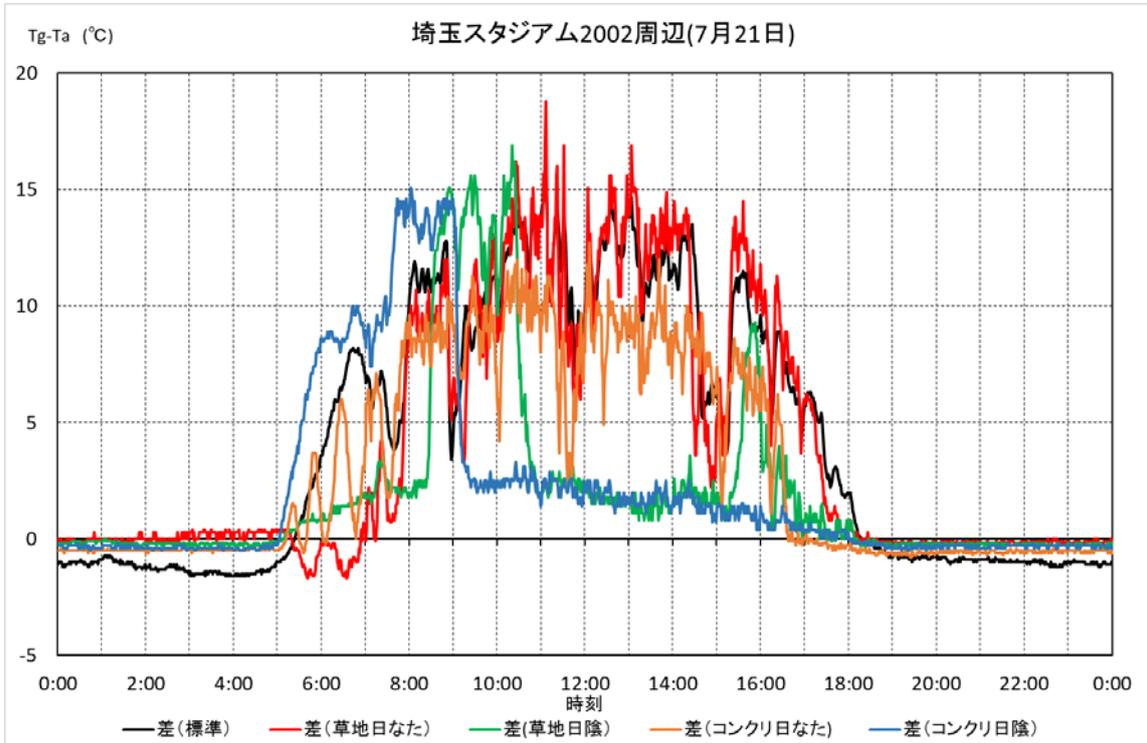


図 5-21 (h) (Tg-Ta) の日変化図 (埼玉スタジアム 2002 周辺)

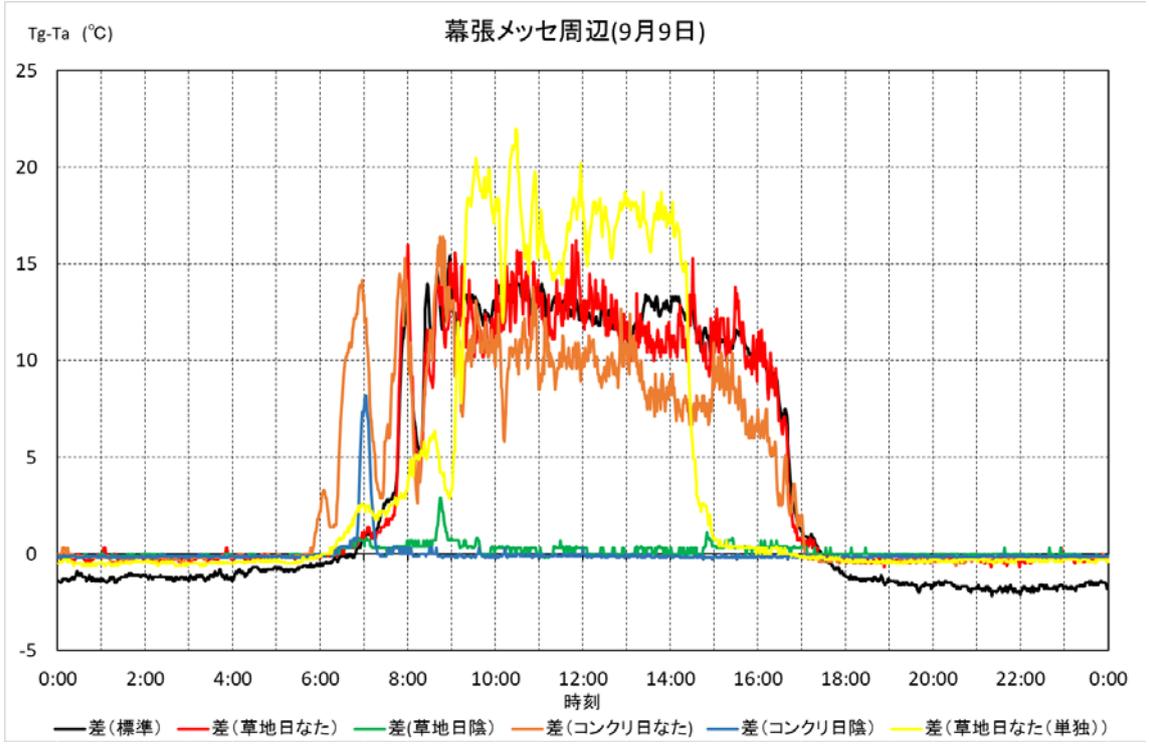
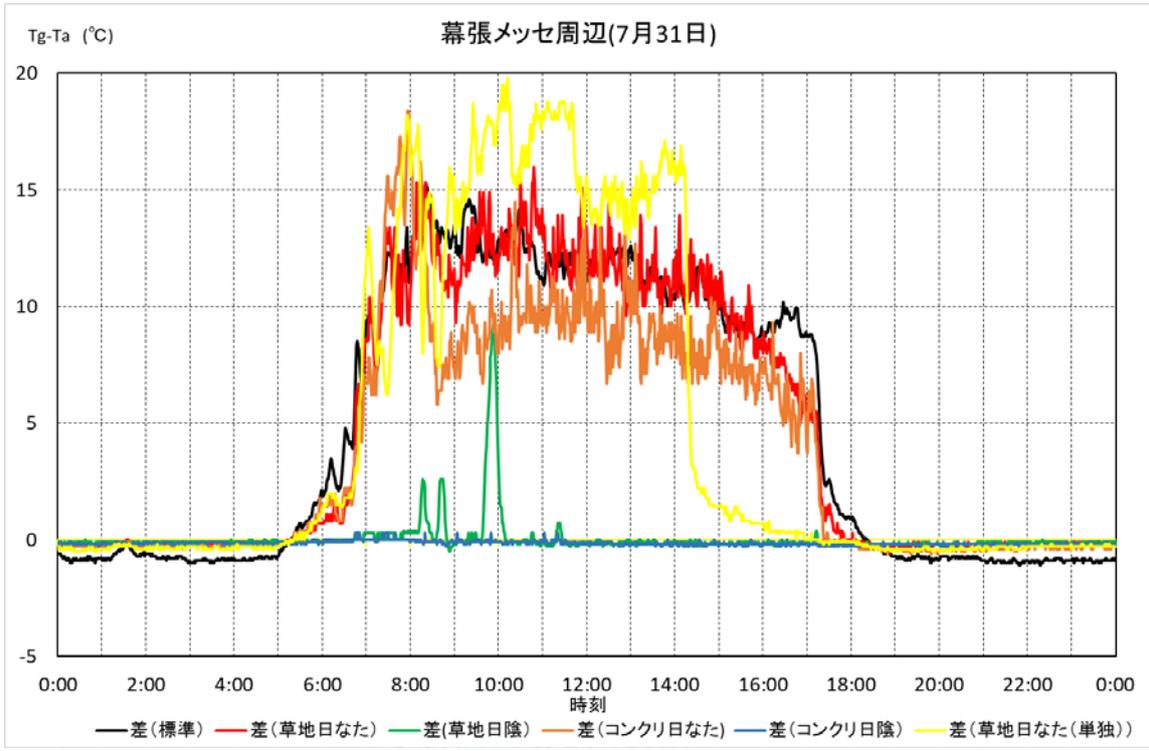


図 5-21(i) (Tg-Ta) の日変化図 (幕張メッセ周辺)

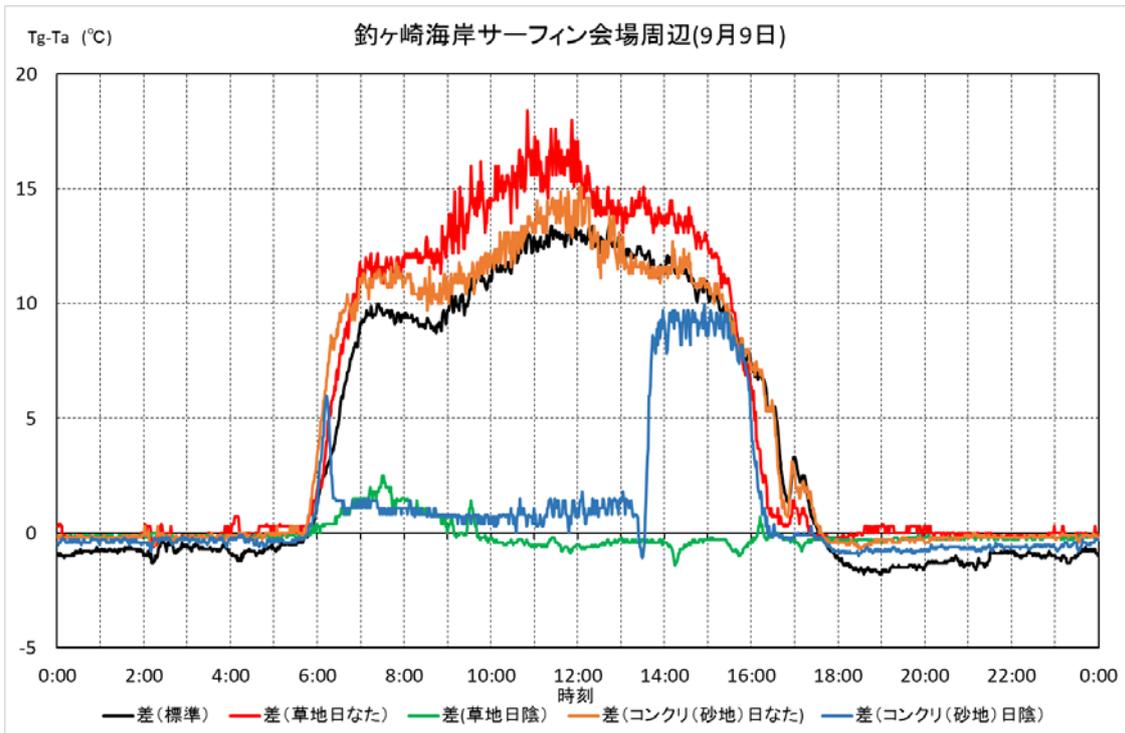
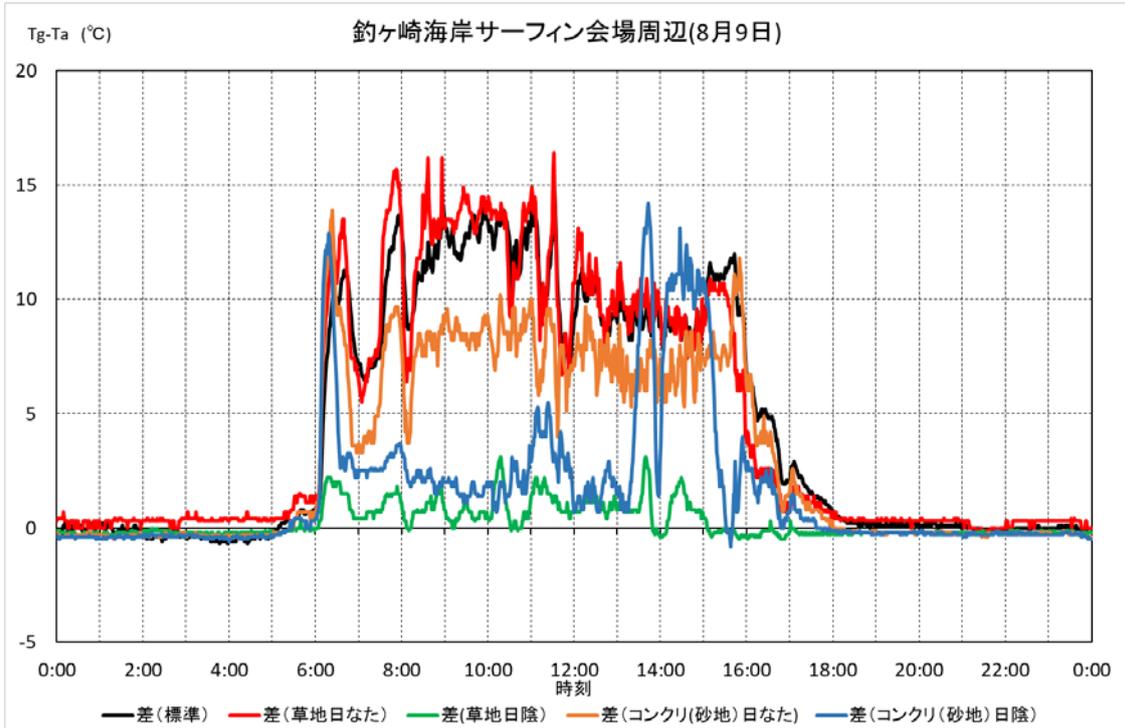


図 5-21(j) (Tg-Ta) の日変化図 (釣ヶ崎海岸サーフィン会場周辺)

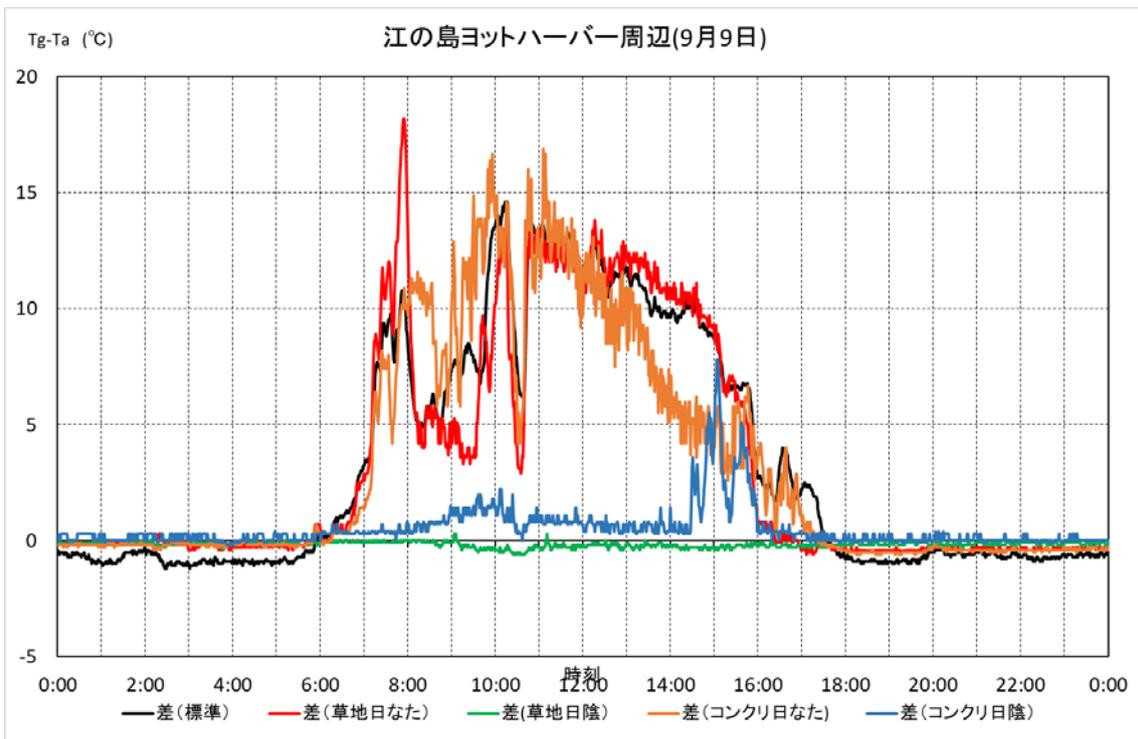
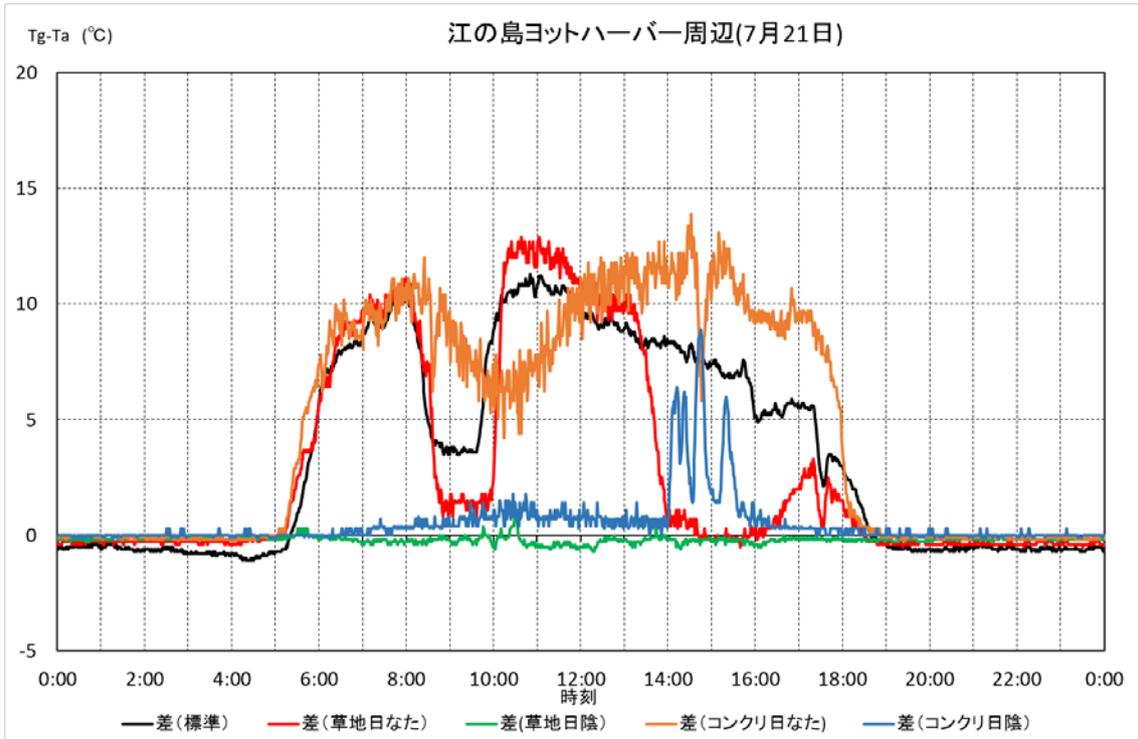


図 5-21 (k) (Tg-Ta) の日変化図 (江の島ヨットハーバー周辺)

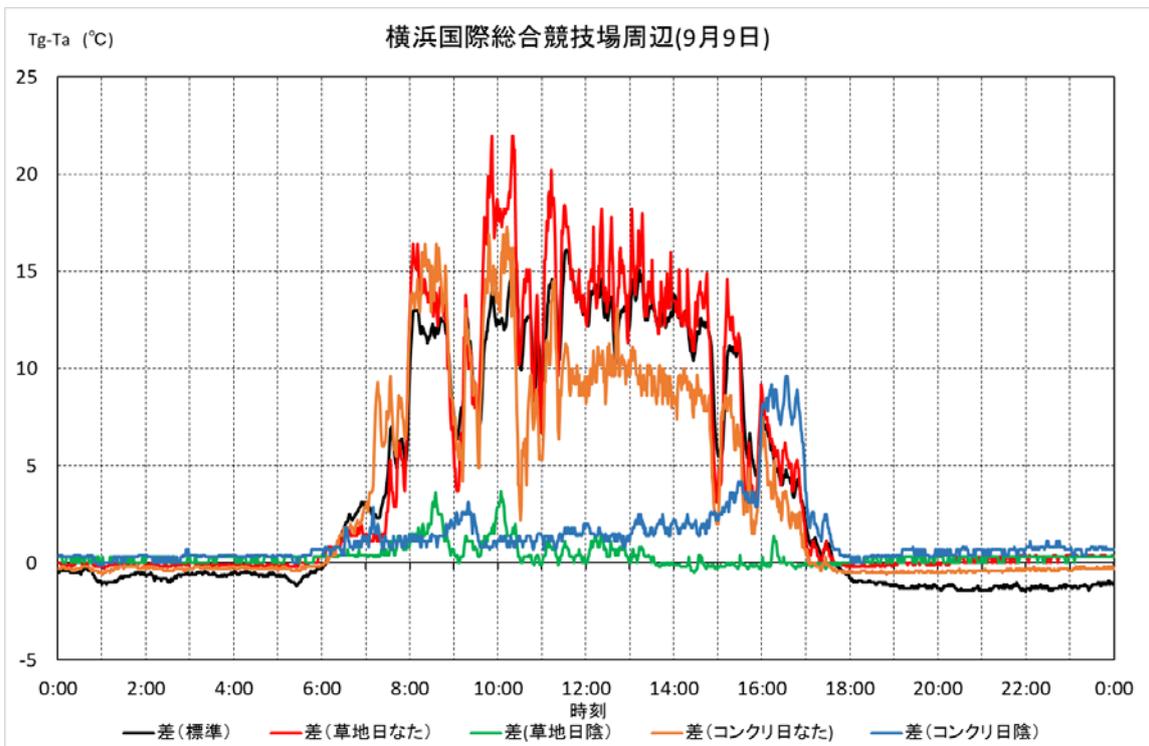
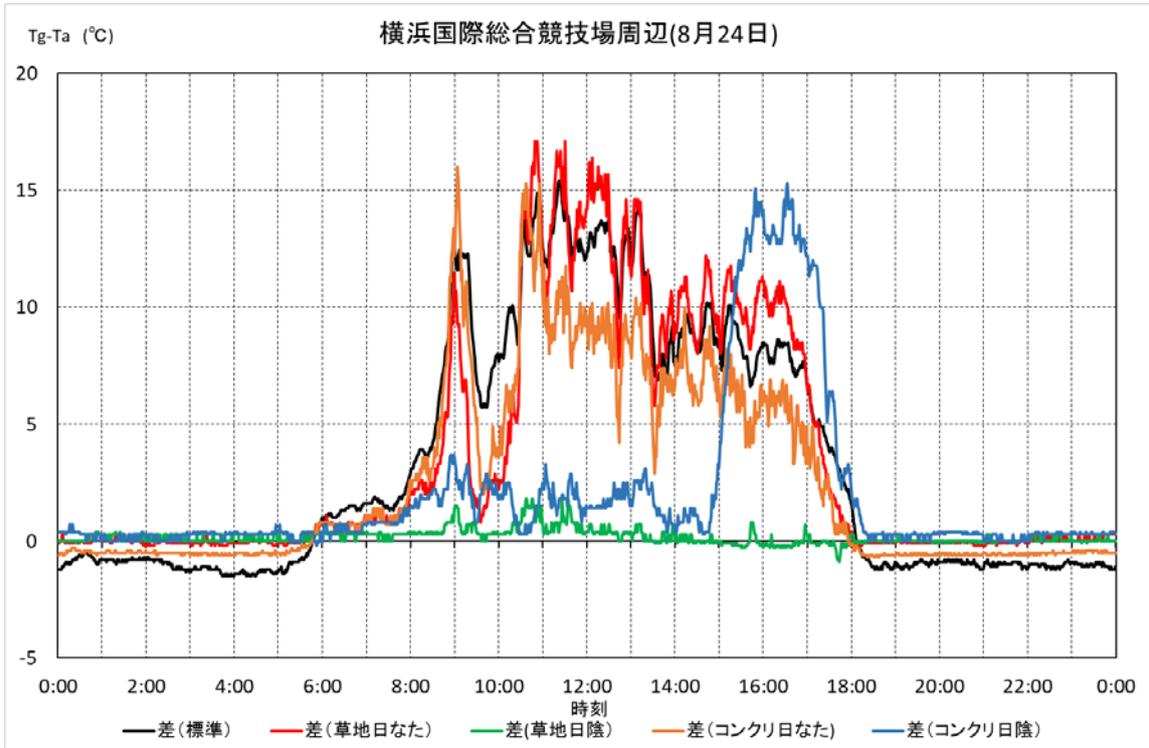


図 5-21 (I) (Tg-Ta) の日変化図 (横浜国際総合競技場周辺)

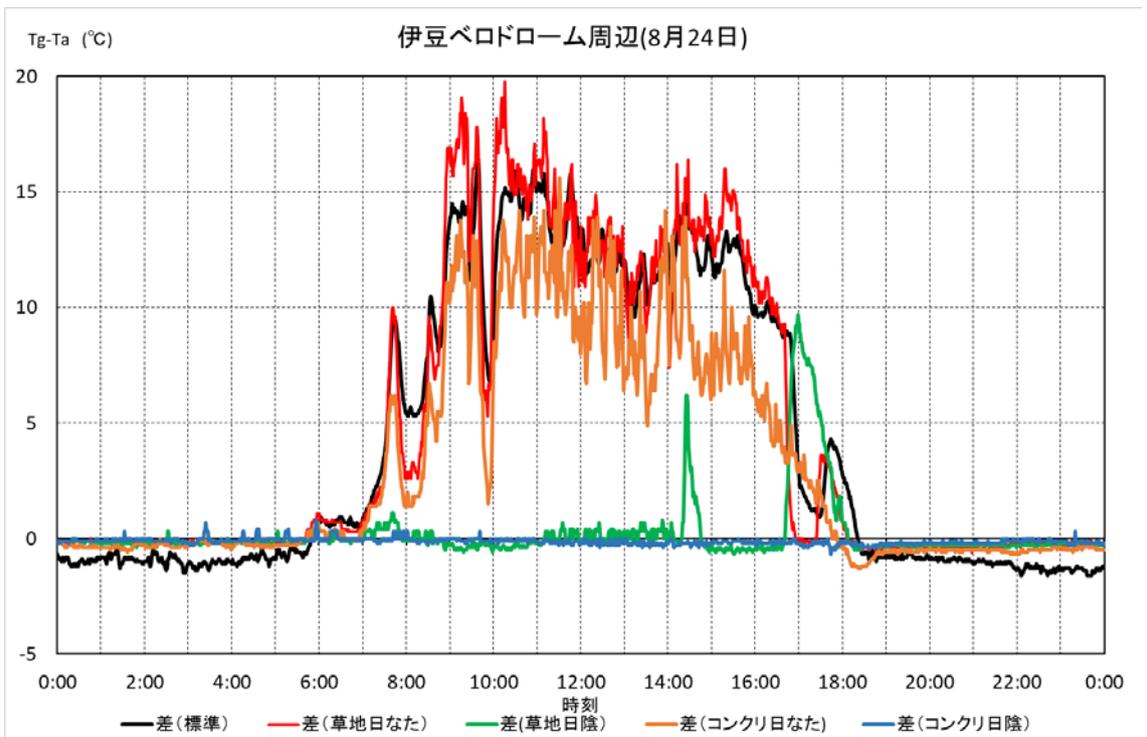
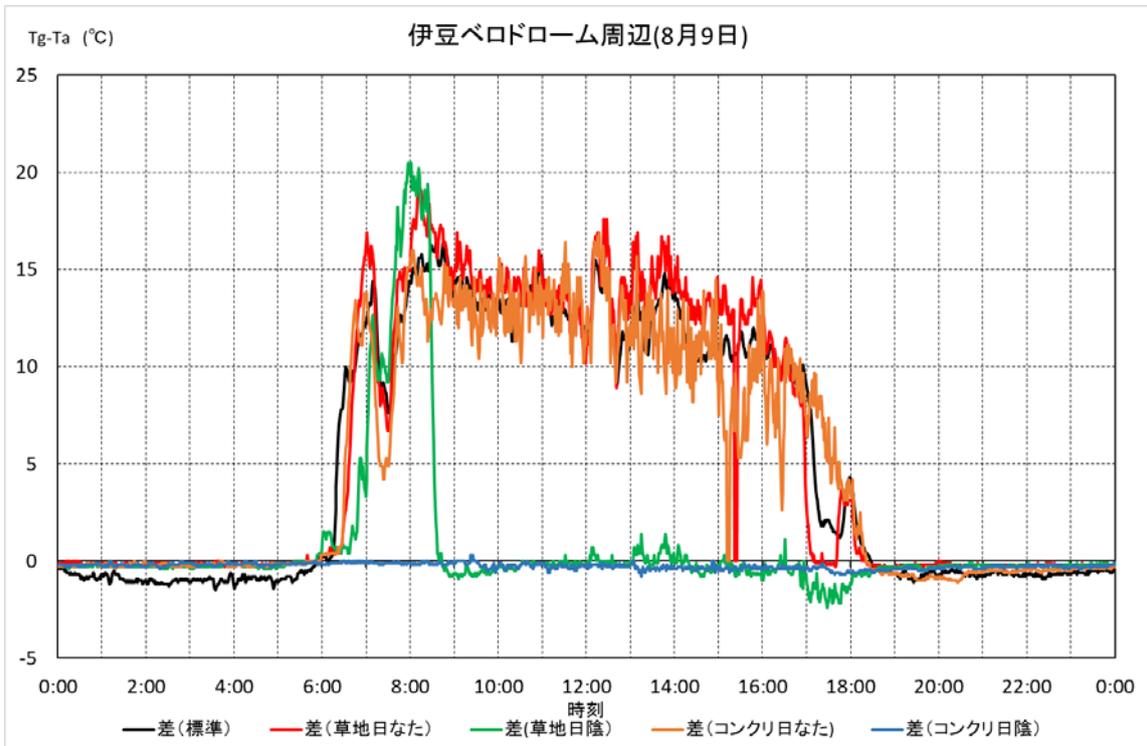


図 5-21 (m) (Tg-Ta) の日変化図 (伊豆ペロドローム周辺)

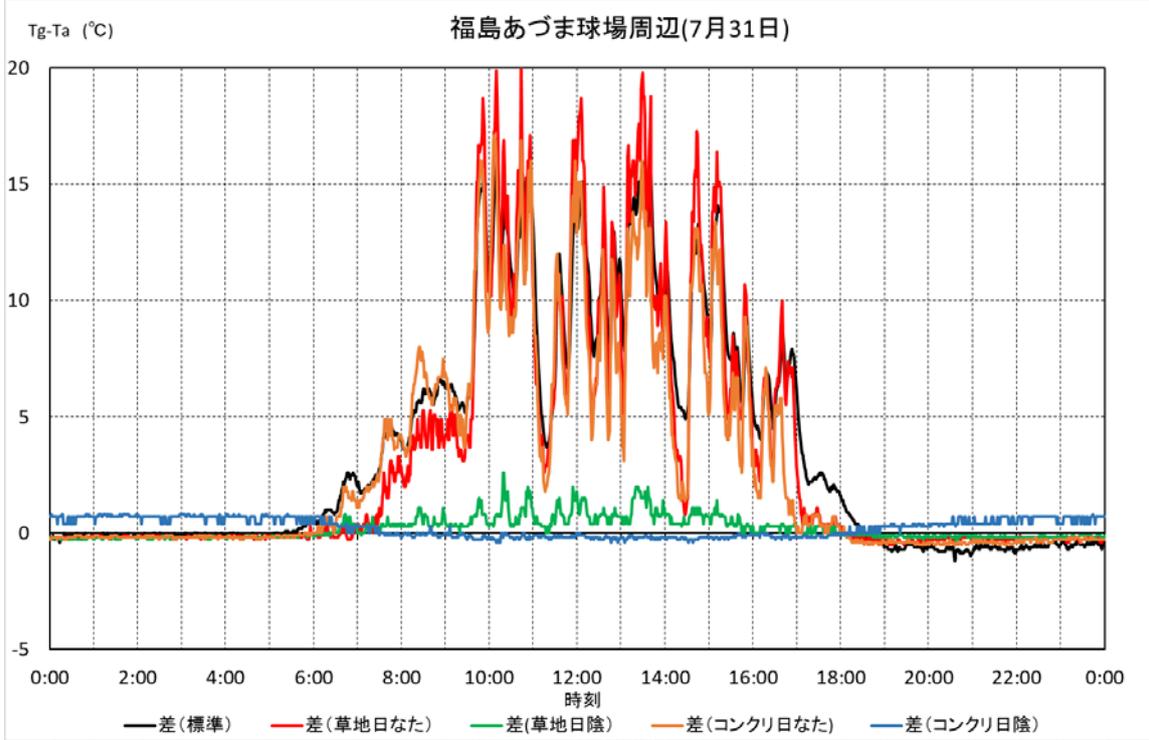
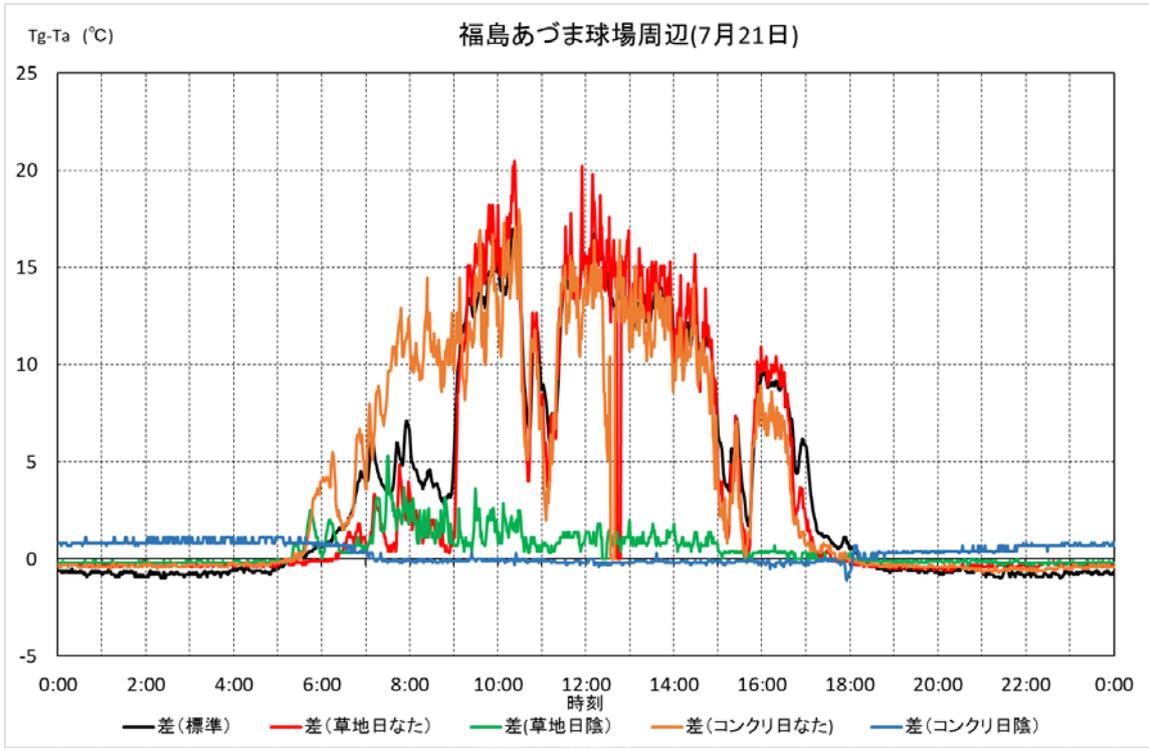


図 5-21(n) (Tg-Ta) の日変化図 (福島あづま球場周辺)

## 5. 8 日なた・日陰の効果

オリンピック・パラリンピックでの暑熱環境を緩和するためには、日陰の確保が重要であると考え、測定結果から日陰の効果を調査した。

本年度の測定期間の中から、各地区の近隣の気象庁アメダスで日照時間が8時間以上となった日（図 5-2 参照）を調査の対象日として、地区ごとに標準型及び携帯型の時刻別 WBGT の変化を図 5-23 に示した。各地区の対象日数および対象日は異なり、表 5-5 に地区ごとの対象日を示す。

図 5-23 には、周囲の環境による暑熱環境の平均的な差異を検討するため、また暑熱環境が特に厳しい日の変化を見るために、対象日の時刻別平均 WBGT を図示した「平均図」（上図）と、WBGT が高かった日（以下「暑熱日」という。）の WBGT を図示した「暑熱日図」（下図）の2種類を示した。

「暑熱日」は、ほとんどの地区は8月9日としたが、同日が測定期間に含まれない地区や WBGT が低かった地区については、別日を対象とした。なお、8月下旬は曇っていても、湿度が高く WBGT が高くなったため、地区によっては、「暑熱日」が日照時間が8時間以下の日になっている場合がある。表 5-5 の各地区の「暑熱日」を□で囲んだ。

なお、5. 7 節に記載したように、日なたの測定地点でも日陰となる時間帯がある測定地点、日陰の測定地点でも陽が差す時間帯がある測定地点があることに留意する必要がある。

表 5-5 日なたと日陰の WBGT の変化の比較調査対象日

地区名	日照時間 8 時間以上の日 (文字囲み：暑熱日)
新国立競技場周辺 皇居外苑周辺 馬事公苑周辺	7月 12日,14日,15日,21日,22日,31日 8月 9日, 9月 3日,9日, 計 9日
国技館周辺	9月 3日,9日, 計 2日 (8月 24日)
有明・お台場地区周辺	7月 12日,13日,14日,15日,19日,20日,21日,22日,31日 8月 6日,7日,9日,24日,29日,30日 9月 3日,9日,10日,14日 計 19日
東京スタジアム周辺	7月 11日,12日,14日,15日,19日,20日,21日,22日,31日 8月 29日 9月 3日,9日,10日 計 13日 (8月 9日)
霞ヶ関カンツリー 倶楽部周辺	7月 11日,12日,14日,15日,19日,20日,21日,22日,31日 8月 9日 9月 3日,9日,10日,14日 計 14日
埼玉スタジアム 2002 周辺	7月 11日,14日,15日,17日,20日,21日,22日 8月 9日 9月 3日,9日,14日 計 11日
幕張メッセ周辺	7月 13日,14日,15日,20日,21日,22日,31日 8月 9日,24日 9月 3日,9日,10日,11日,13日 計 14日
釣ヶ崎海岸サーフィン 会場周辺	8月 9日,23日,25日,30日 9月 3日,9日,10日,11日,13日 計 9日
江の島ヨットハーバー 周辺	7月 11日,12日,14日,15日,19日,20日,21日,22日,31日 8月 5日,6日,9日,23日,28日,30日 9月 9日,10日,13日 計 18日
横浜国際 総合競技場周辺	8月 23日,24日,28日 9月 9日,13日,14日 計 6日
伊豆ベロドローム周辺	7月 11日,14日,15日,18日,19日,20日,21日,31日 8月 5日,6日,9日,23日,24日,25日,26日,28日 9月 5日,9日,10日,13日 計 20日
福島あづま球場周辺	7月 17日,21日,26日 9月 1日,3日,4日,5日,9日,10日,13日,15日 計 11日

平均図は、その地区の傾向は明らかになるが、平均化により最も暑い日中の値は WBGT30℃前後にとどまる。暑熱日図は暑熱環境のリスクを見積もるうえで重要である。

各地区とも日陰より日なたの WBGT が高くなっているが、その程度は測定地区により異なっている。

平均図では、日なたと日陰の差は 2℃程度になっているところが多いが、暑熱日図では 4℃近くの差になっている場合もある（顕著な例：皇居外苑周辺 9 時、馬事公苑周辺 9 時、東京スタジアム周辺 11 時、13 時、霞ヶ関カンツリー倶楽部周辺 11 時から 13 時、釣ヶ崎海岸サーフィン会場周辺 10 時）。多くの地区で午前中に差が大きくなることが多いが、平均図ではそのような特徴はみられない。

日陰の暑熱環境の緩和の効果については、平均図及び暑熱日図でコンクリ日陰（青線）、草地日陰（緑線）の WBGT の低さで評価できる。

例えば、新国立競技場周辺では草地日陰が、東京スタジアム周辺ではコンクリ日陰が日なたに比べて WBGT がとても低くなった。新国立競技場周辺の草地日陰測定点は濃密な樹木帯の中に位置し、東京スタジアム周辺のコンクリ日陰測定点は広く広がるピロティに位置し完全に陽射しは遮られていた。対して、樹木の枝を利用した草地日陰の多くでは、太陽の位置によっては「木洩れ日」があり、比較的 WBGT が高くなった。このような結果から、十分に陽射しを遮ることができれば、暑熱環境の緩和に効果がある可能性がある。

また、樹木の枝を利用した草地日陰では、場所により WBGT の低減度合いが異なったことから、樹木の効果は、その樹木の茂り方や剪定の仕方（日陰の状況）によって異なることを示している。



図 5-22 木漏れ日のある草地日陰（左）と日差しがしっかりと遮られた草地日陰（右）

同じ日なたでも、コンクリ日なたと草地日なたのいずれの方が WBGT が高いか、同じ日陰でも、コンクリ日陰と草地日陰のいずれの方が高いかは測定地区により異なった。

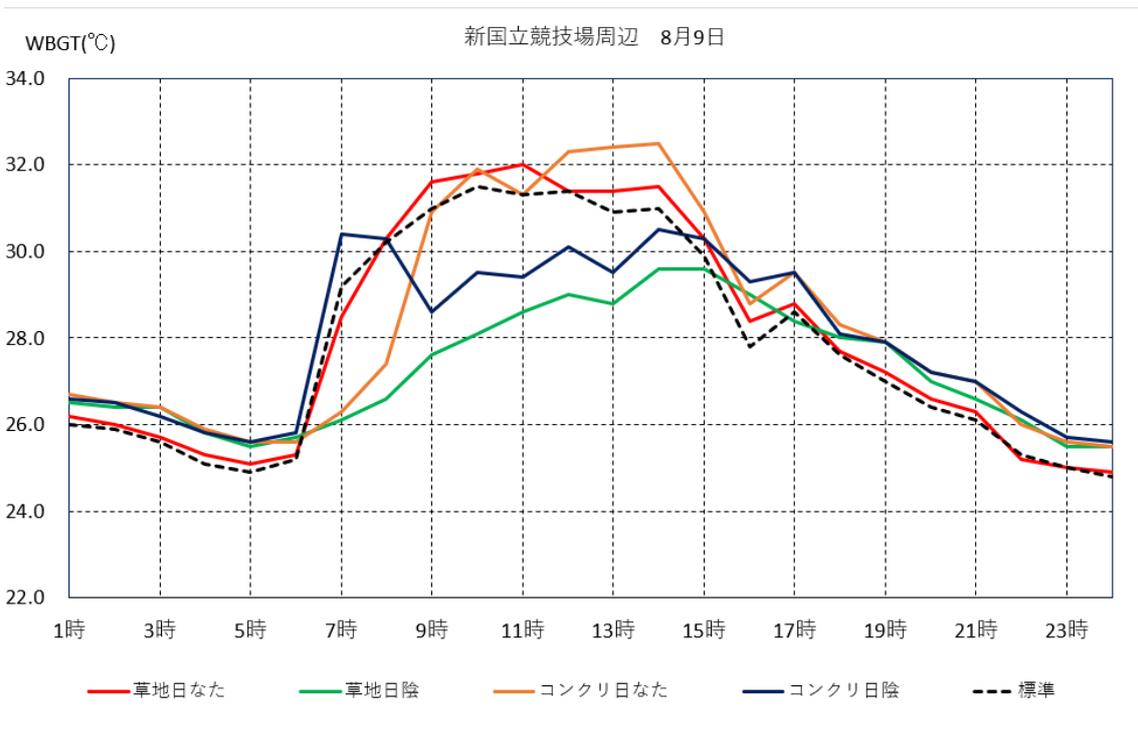
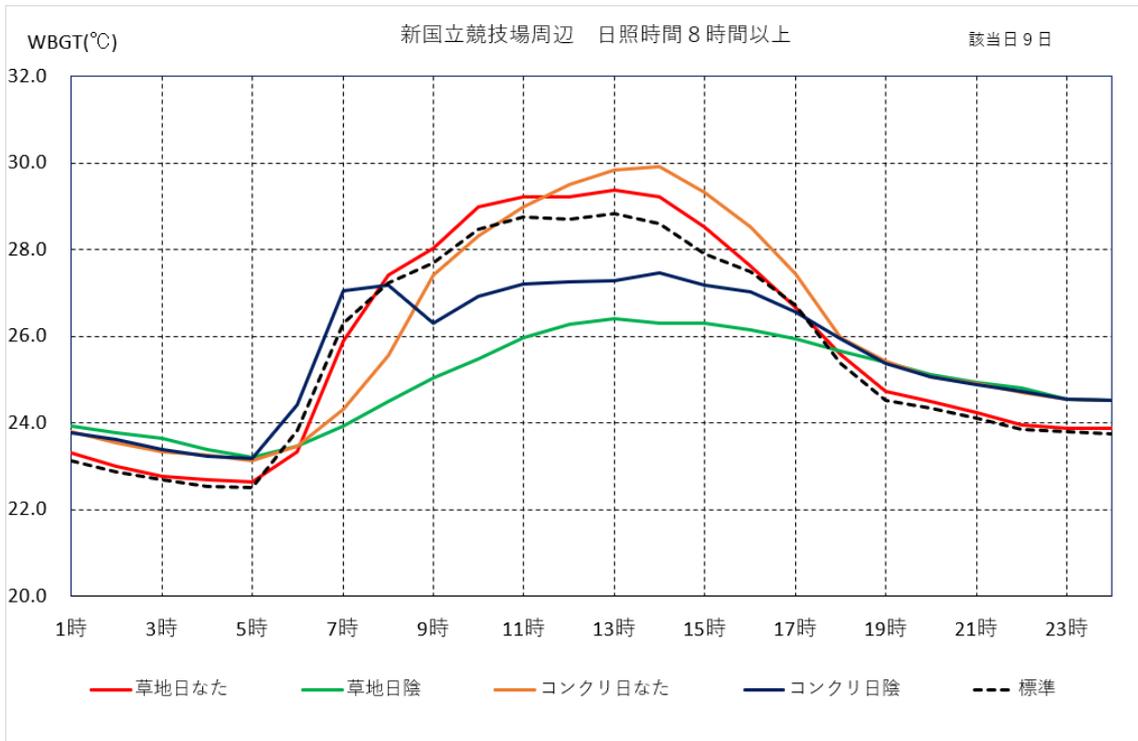


図 5-23(a) 時刻別 WBGT の日変化 (新国立競技場周辺)  
日照時間 8 時間以上の日の平均図 (上段)、暑熱日図 : 8 月 9 日 (下段)

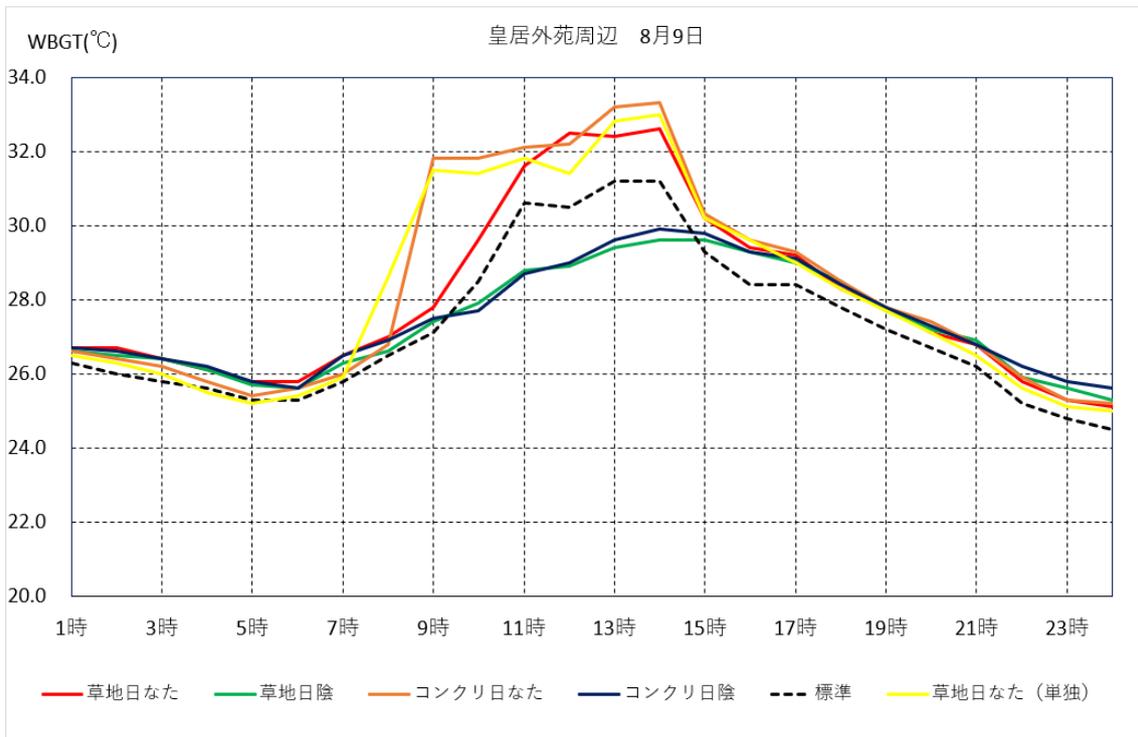
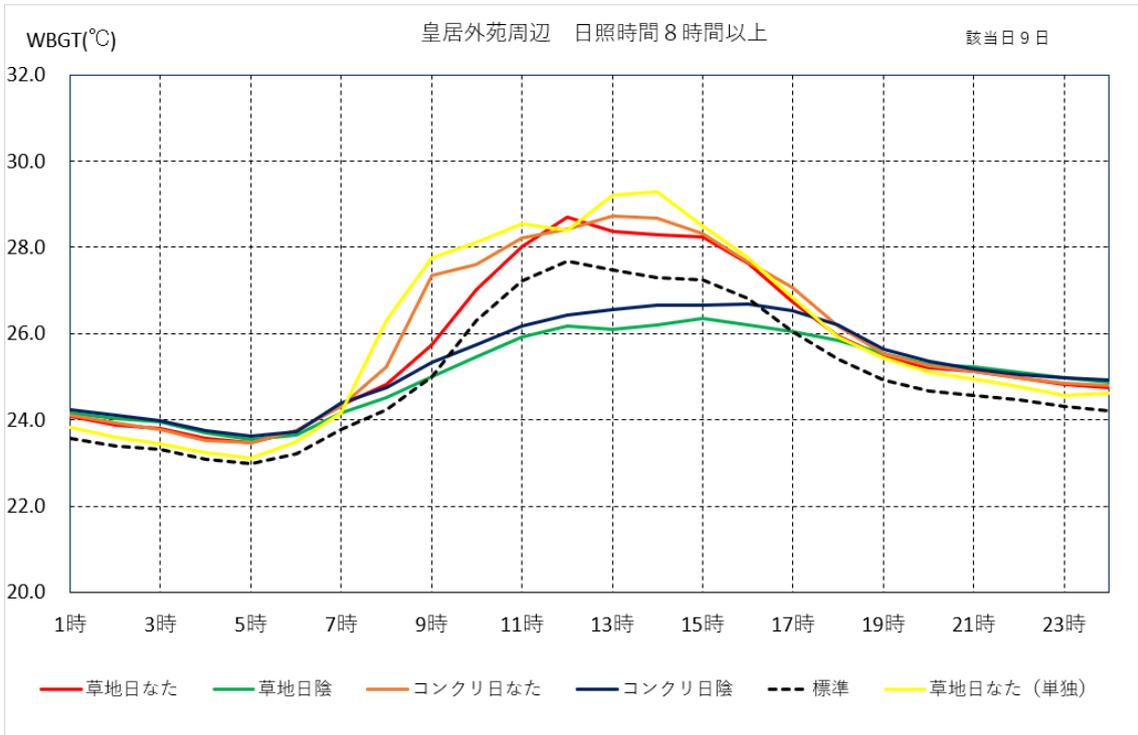


図 5-23(b) 時刻別 WBGT の日変化 (皇居外苑周辺)  
日照時間 8 時間以上の日の平均図 (上段)、暑熱日図 : 8 月 9 日 (下段)

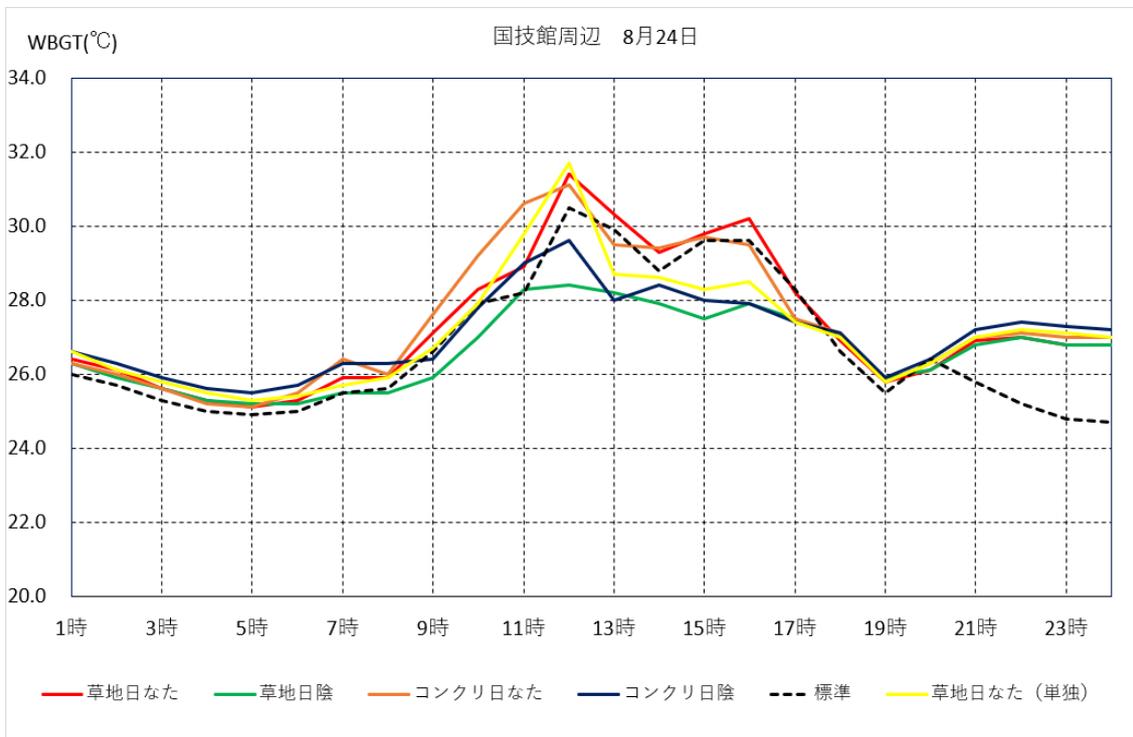
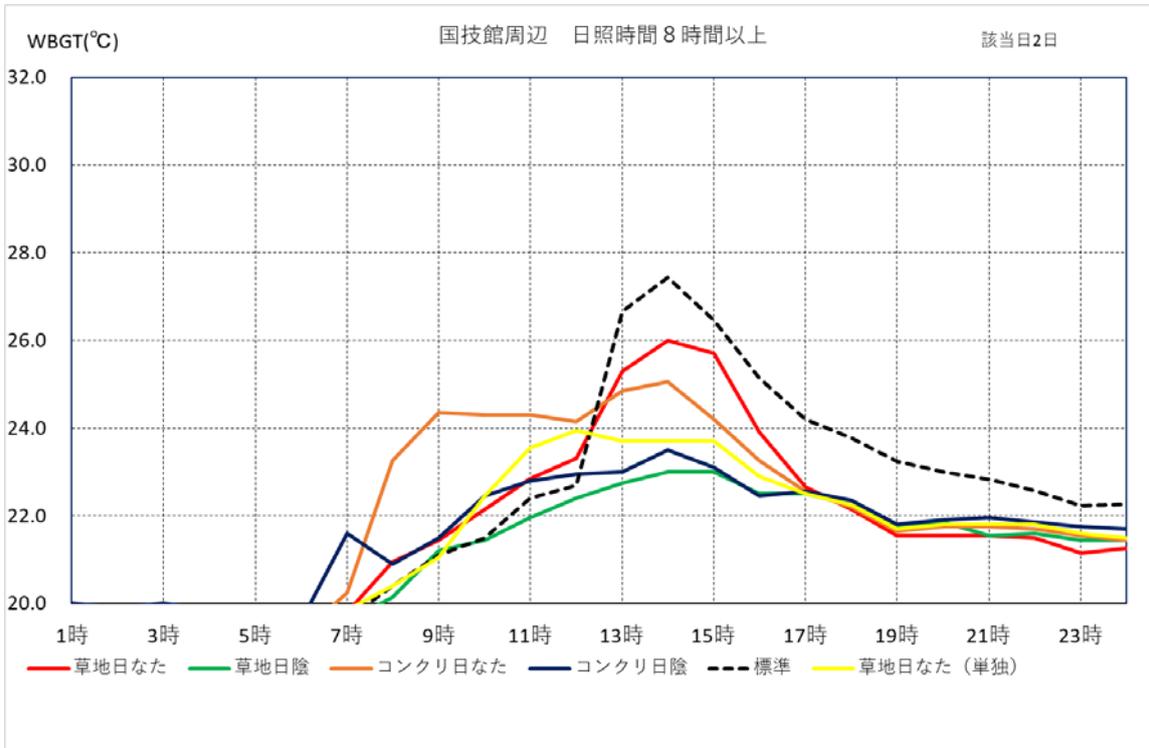


図 5-23(c) 時刻別 WBGT の日変化 (国技館周辺)  
日照時間 8 時間以上の日の平均図 (上段)、暑熱日図 : 8 月 24 日 (下段)

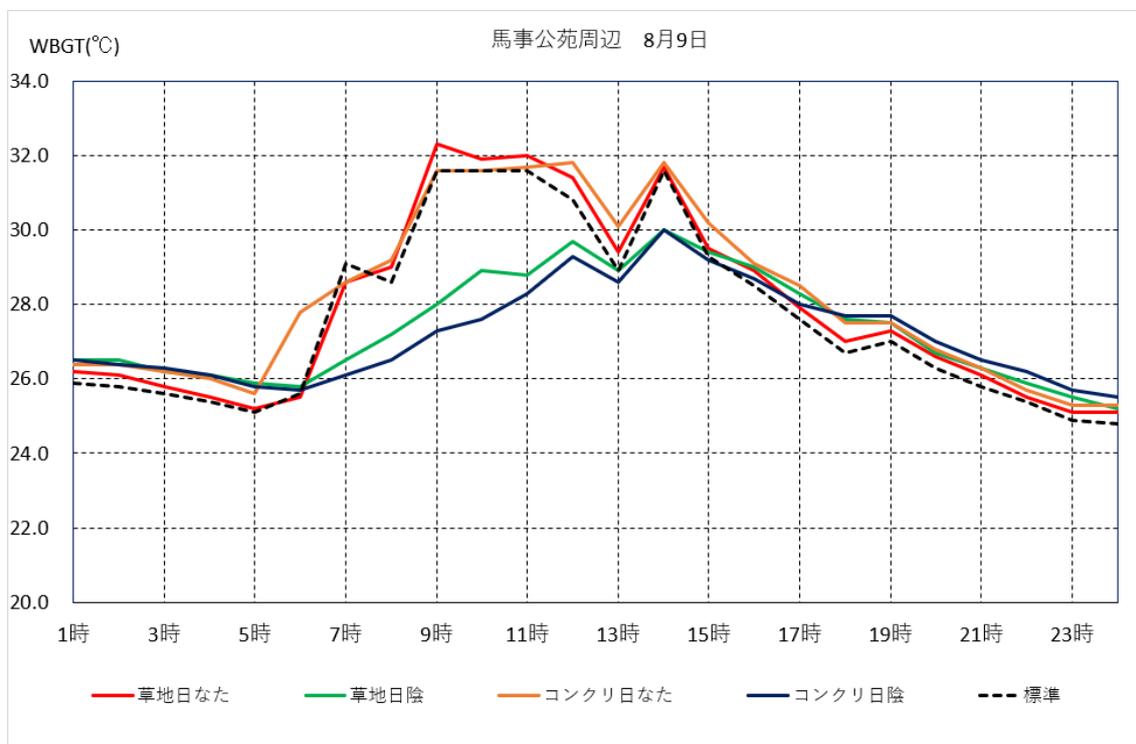
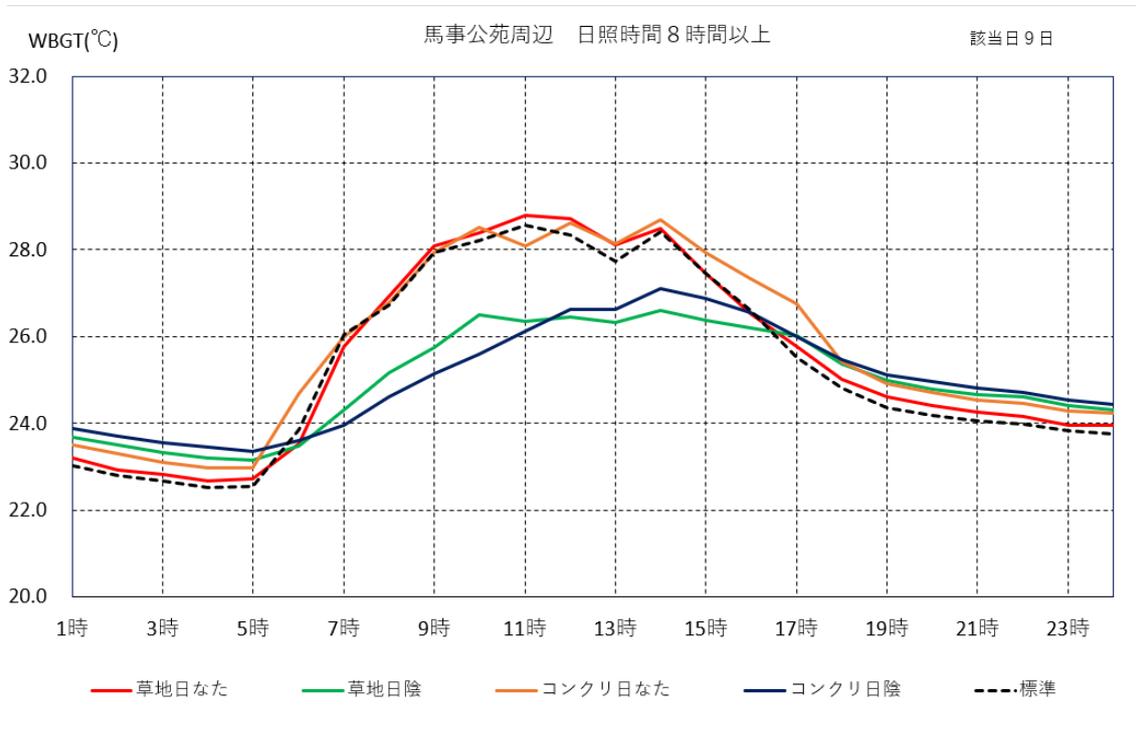


図 5-23(d) 時刻別 WBGT の日変化 (馬事公苑周辺)  
日照時間 8 時間以上の日の平均図 (上段)、暑熱日図 : 8 月 9 日 (下段)

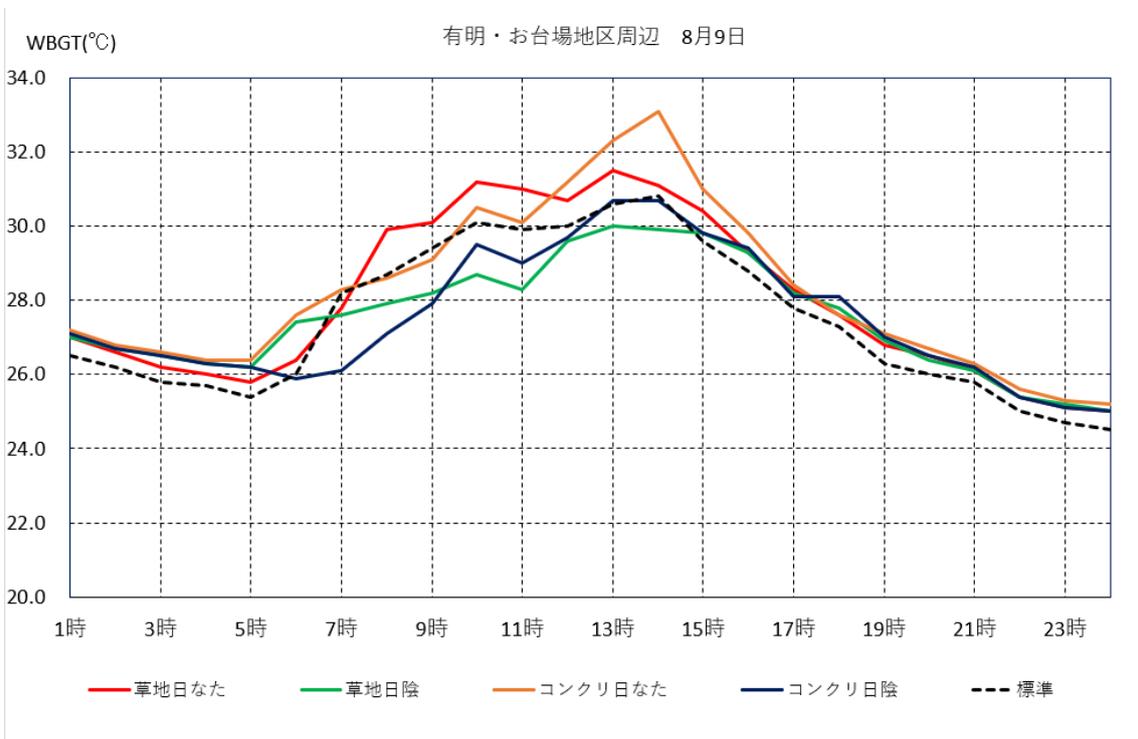
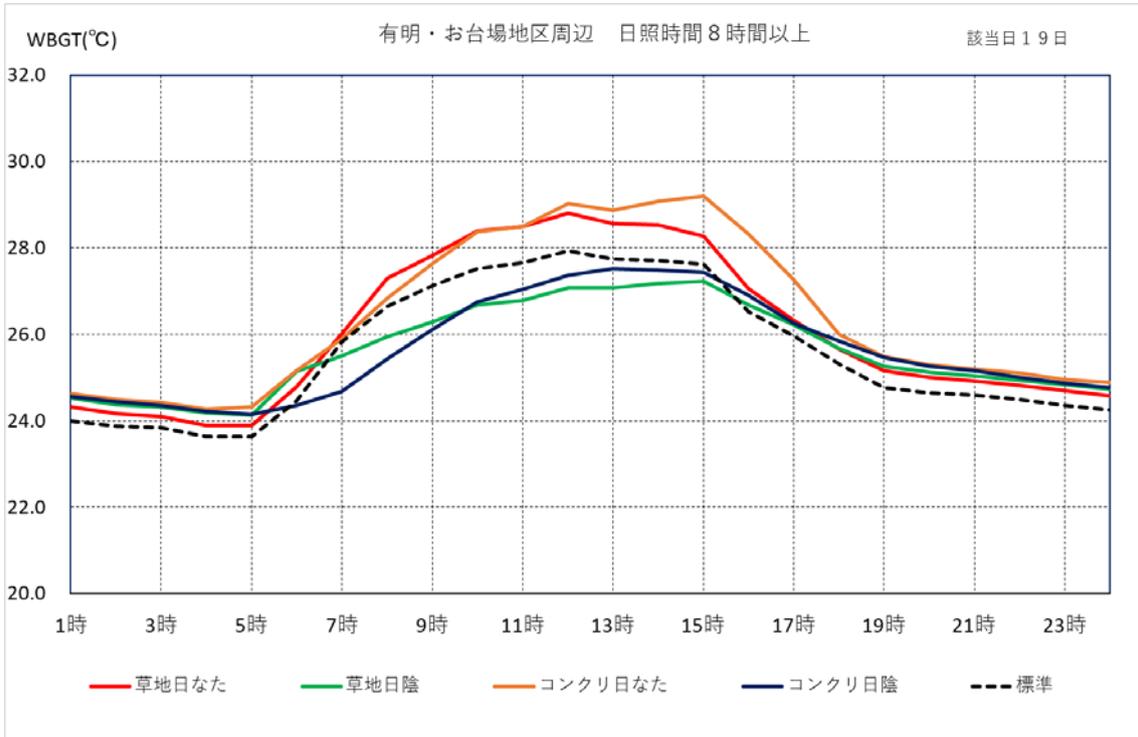


図 5-23(e) 時刻別 WBGT の日変化 (有明・お台場地区周辺)  
日照時間 8 時間以上の日の平均図 (上段)、暑熱日図: 8 月 9 日 (下段)

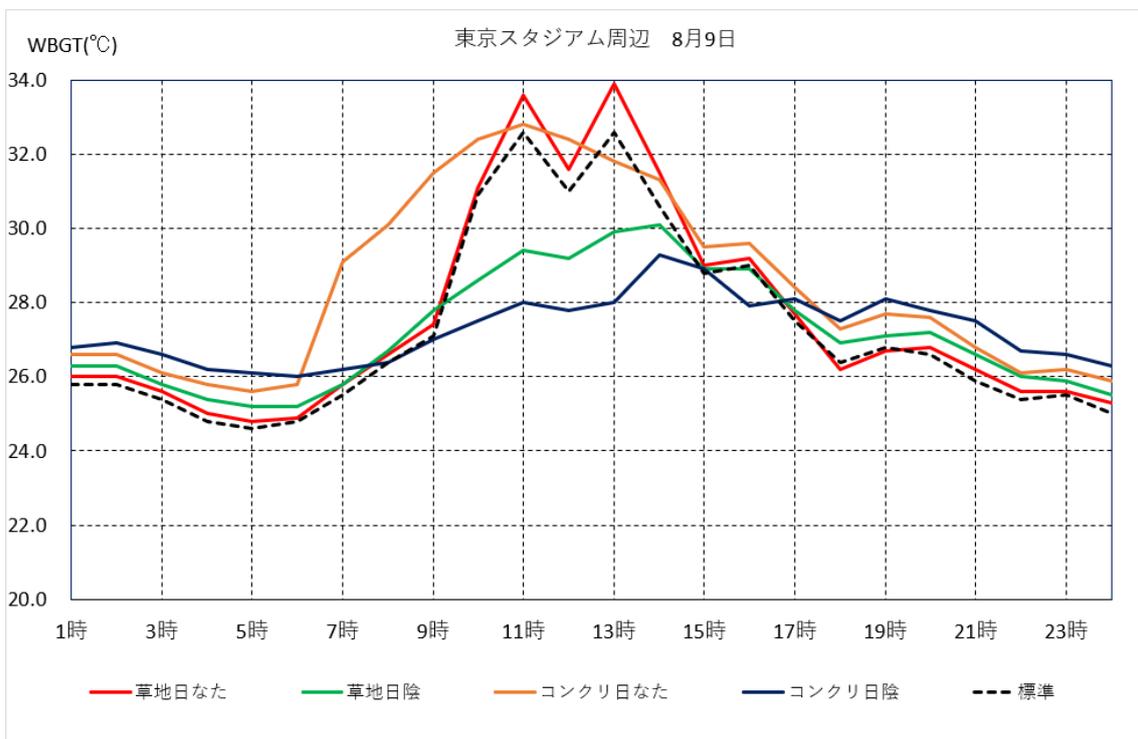
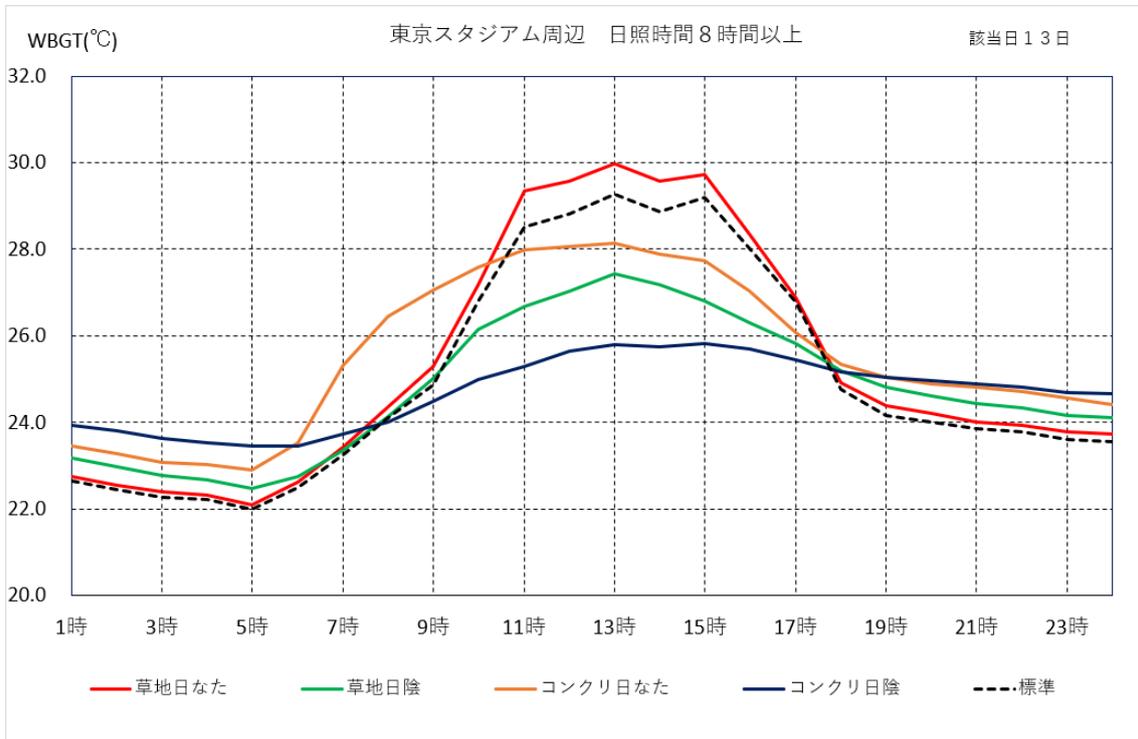


図 5-23(f) 時刻別 WBGT の日変化 (東京スタジアム周辺)  
日照時間 8 時間以上の日の平均図 (上段)、暑熱日図: 8 月 9 日 (下段)

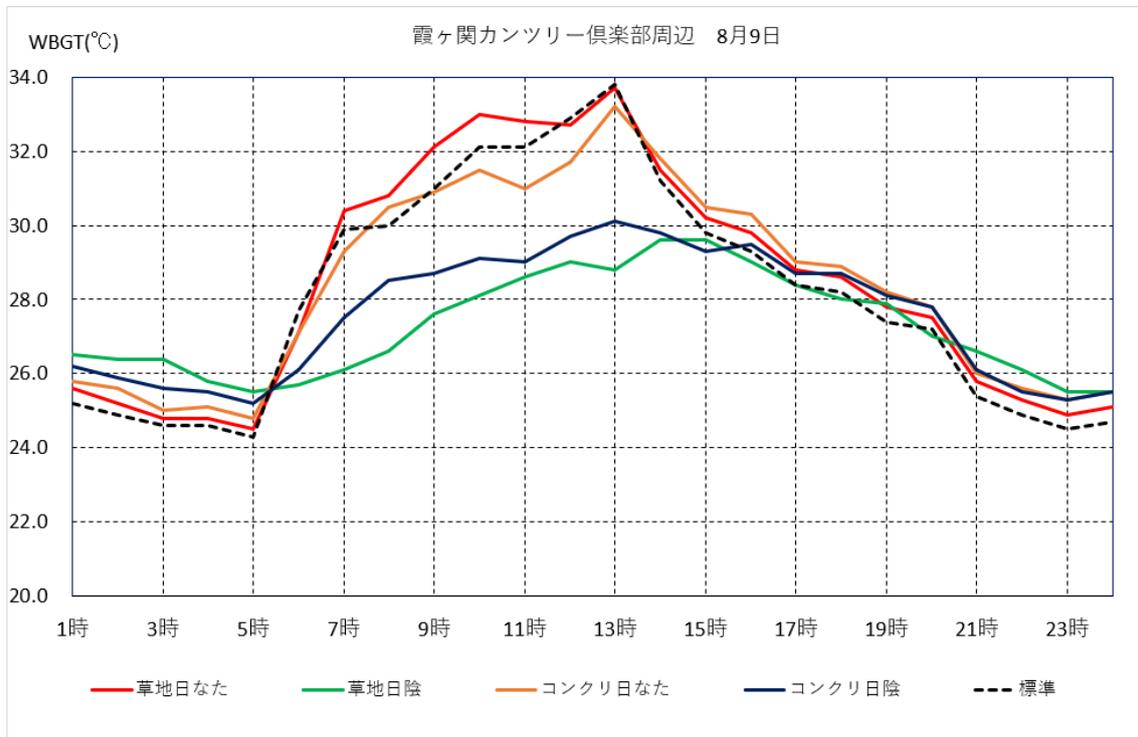
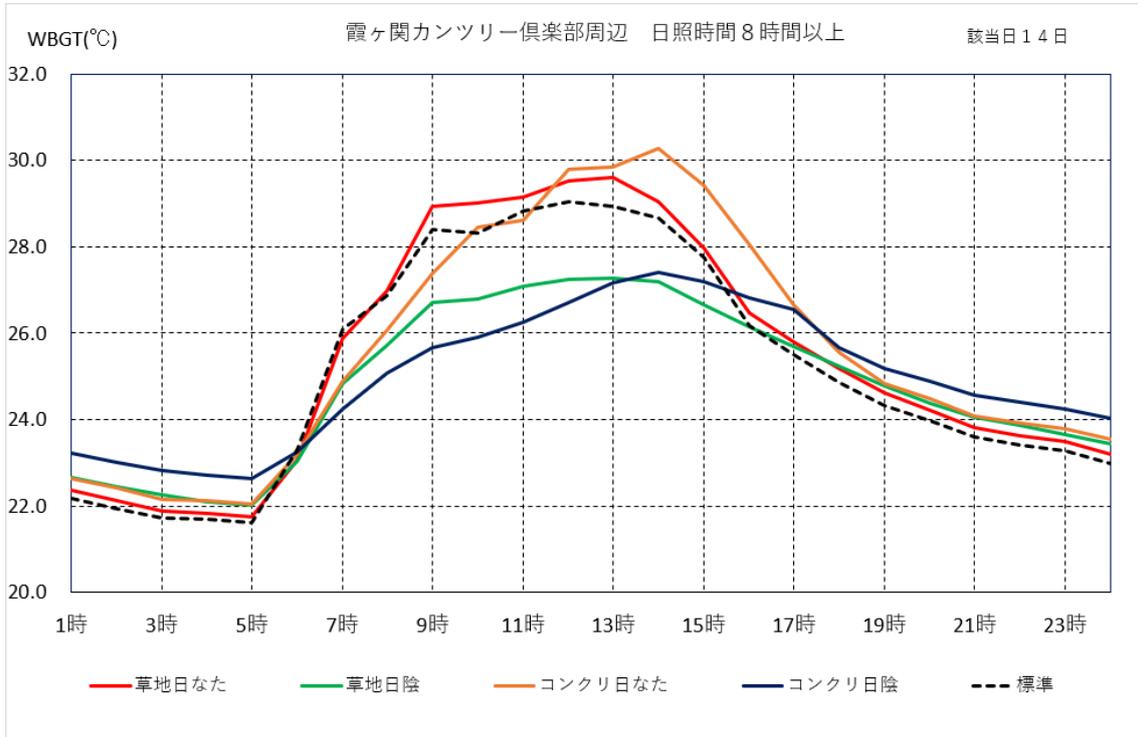


図 5-23 (g) 時刻別 WBGT の日変化 (霞ヶ関カントリー倶楽部周辺)  
日照時間 8 時間以上の日の平均図 (上段)、暑熱日図 : 8 月 9 日下段)

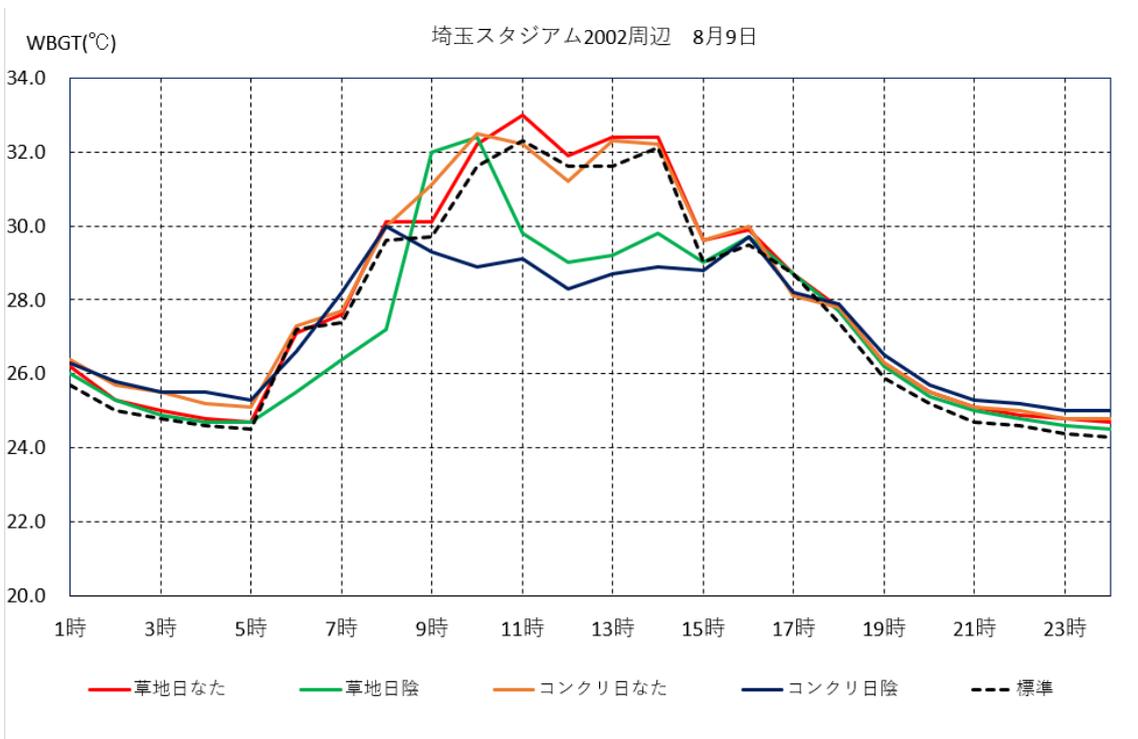
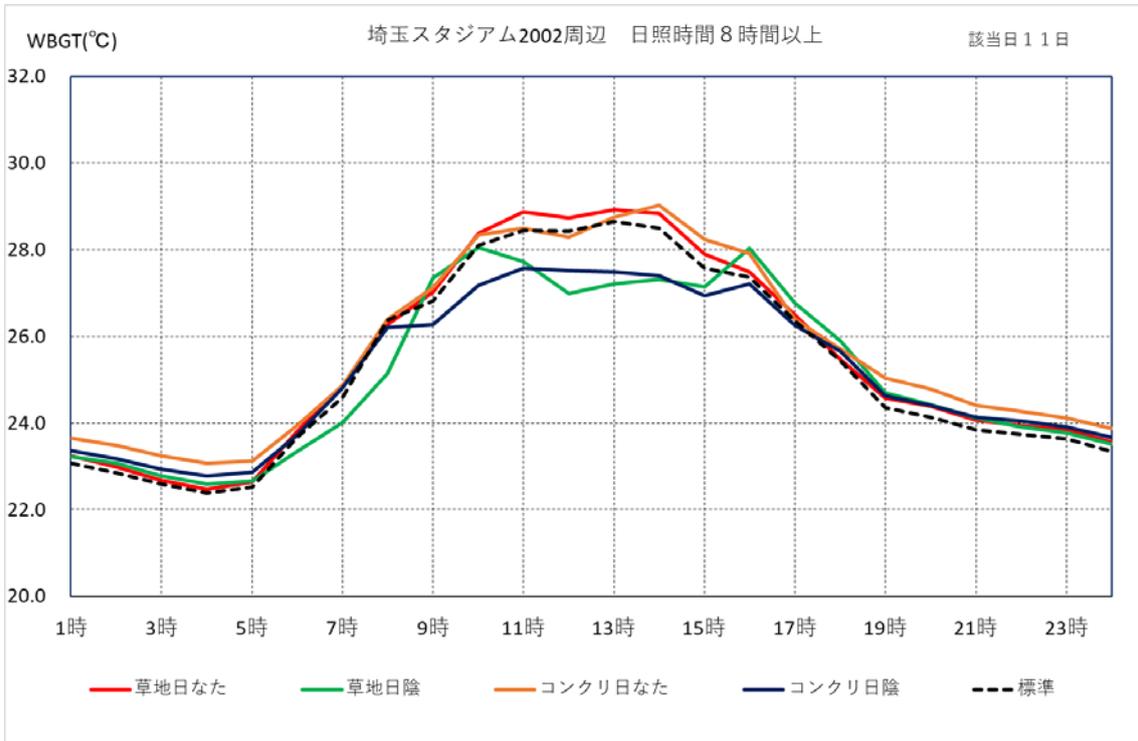


図 5-23(h) 時刻別 WBGT の日変化 (埼玉スタジアム 2002 周辺)  
日照時間 8 時間以上の日の平均図 (上段)、暑熱日図 : 8 月 9 日 (下段)

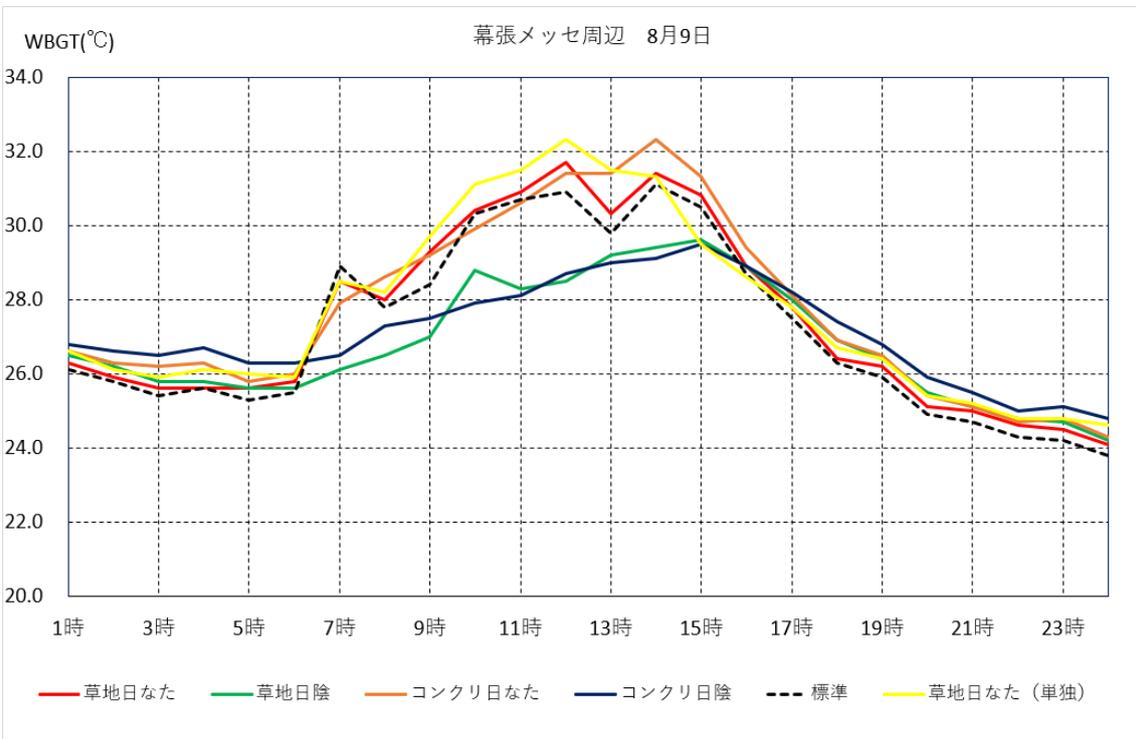
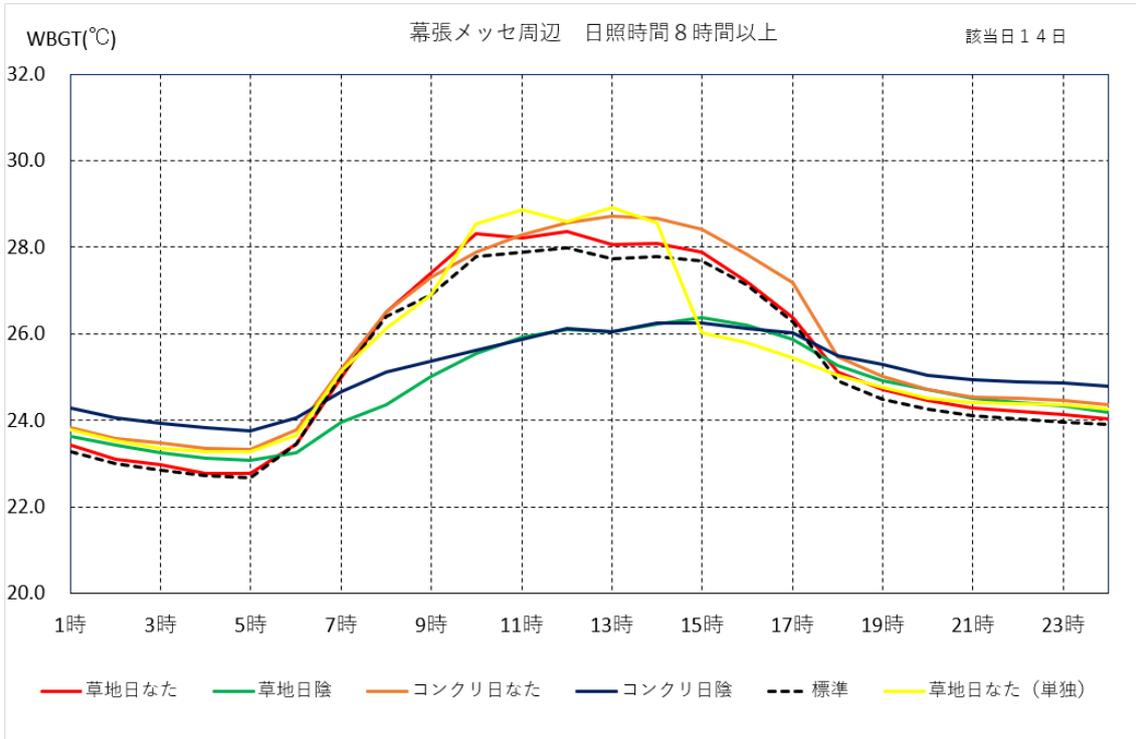


図 5-23(i) 時刻別 WBGT の日変化 (幕張メッセ周辺)  
日照時間 8 時間以上の日の平均図 (上段)、暑熱日図 : 8 月 9 日 (下段)

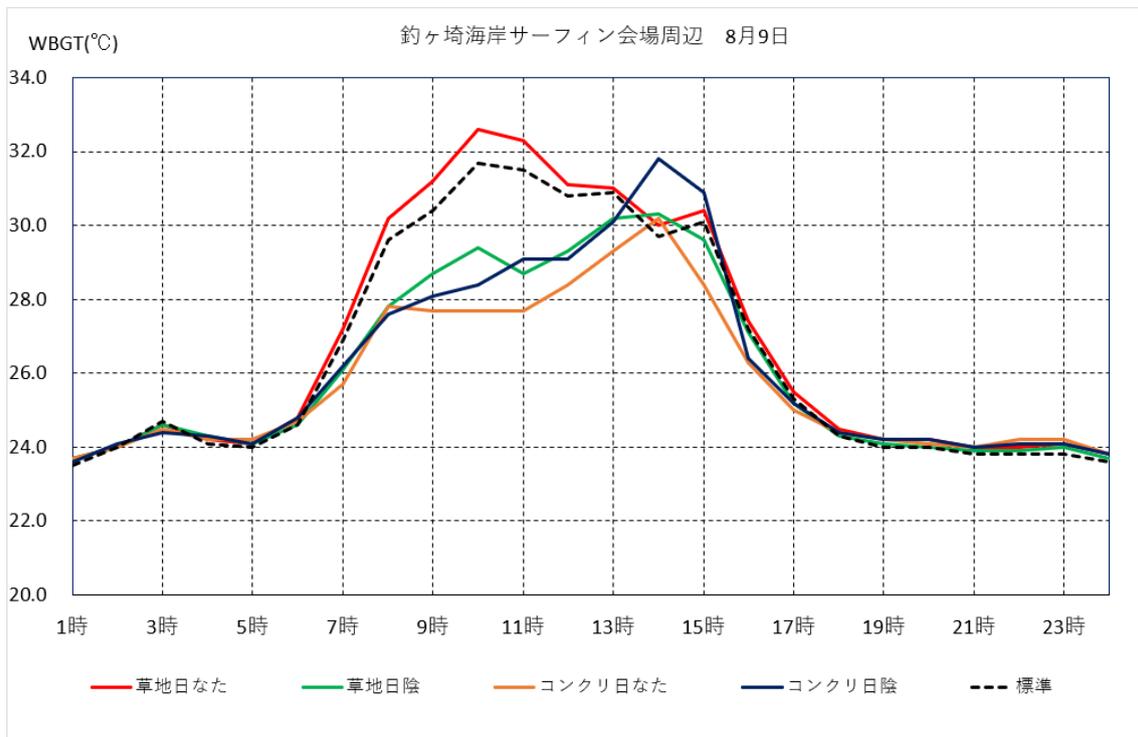
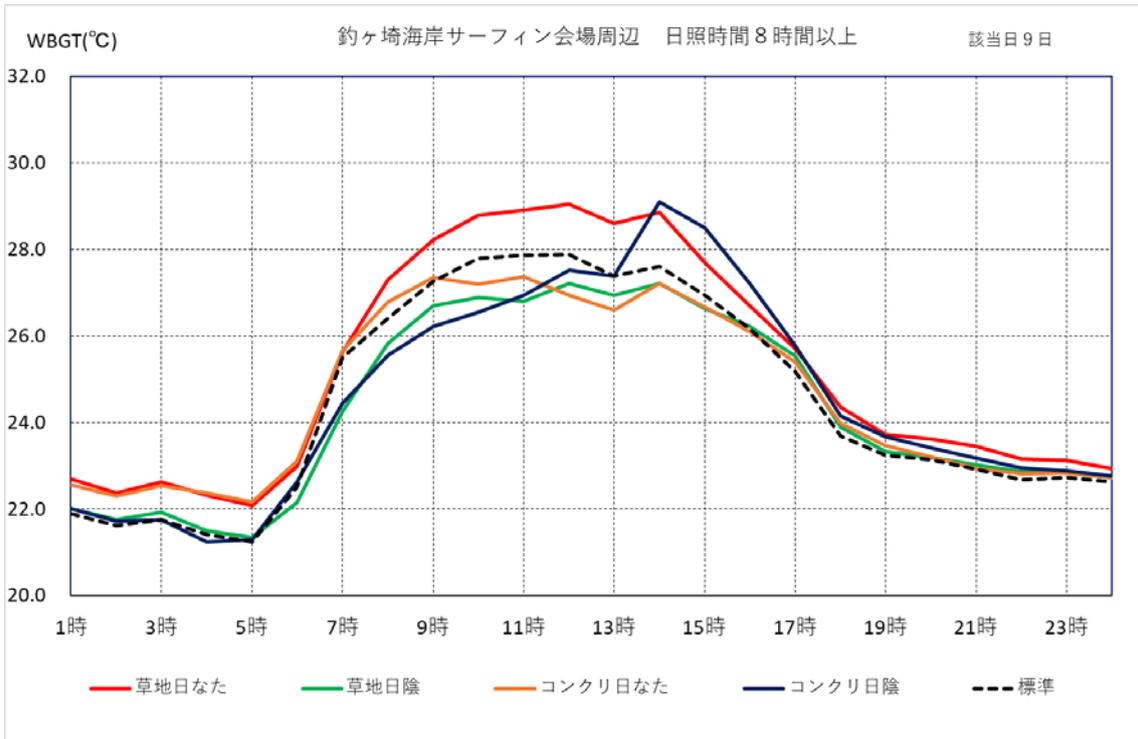


図 5-23(j) 時刻別 WBGT の日変化 (釣ヶ崎海岸サーフィン会場周辺)  
日照時間 8 時間以上の日の平均図 (上段)、暑熱日図 : 8 月 9 日 (下段)

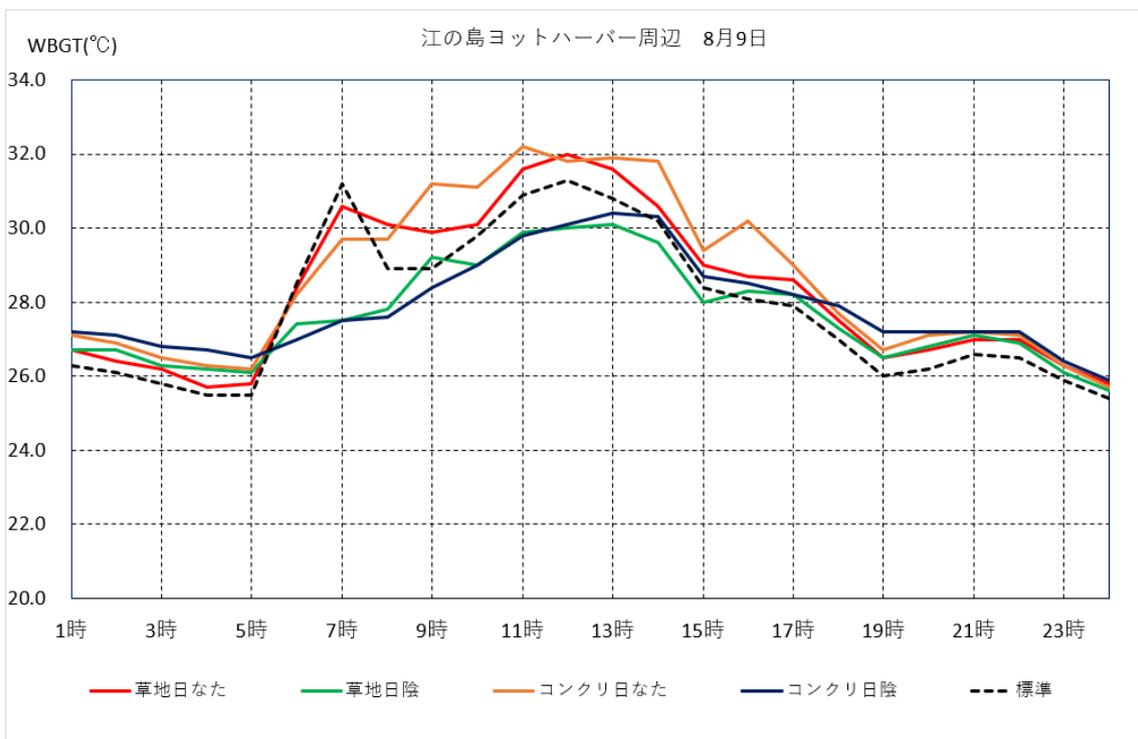
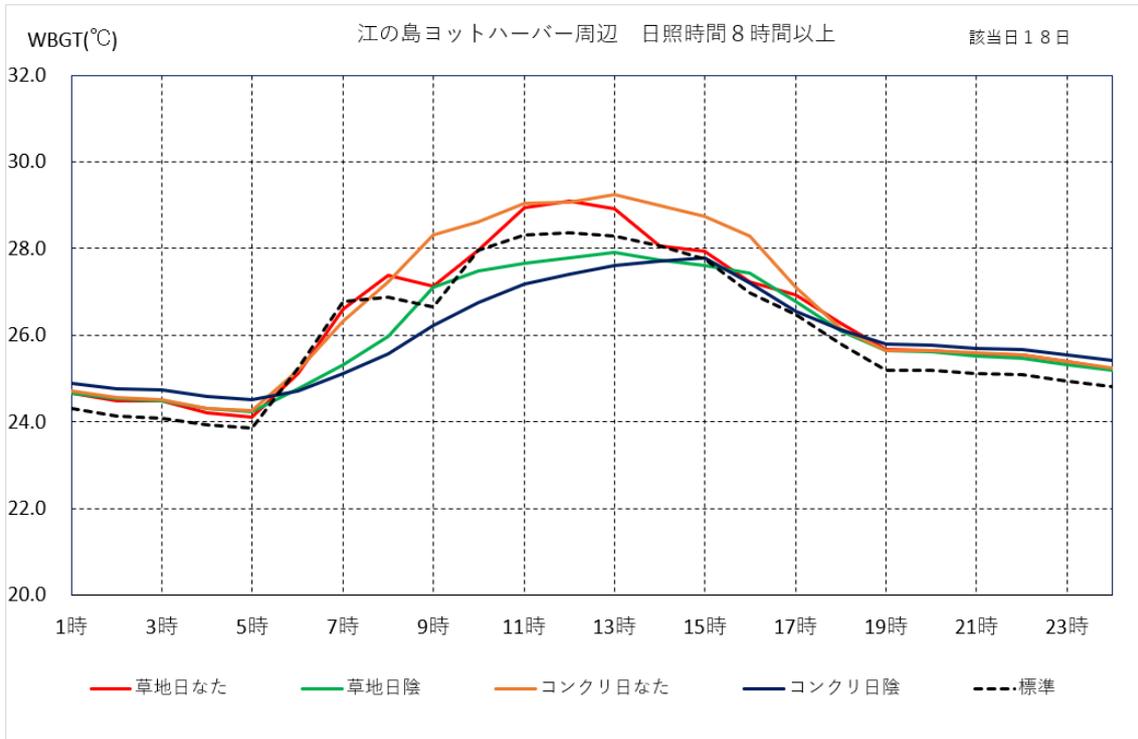


図 5-23(k) 時刻別 WBGT の日変化 (江の島ヨットハーバー周辺)  
日照時間 8 時間以上の日の平均図 (上段)、暑熱日図: 8 月 9 日 (下段)

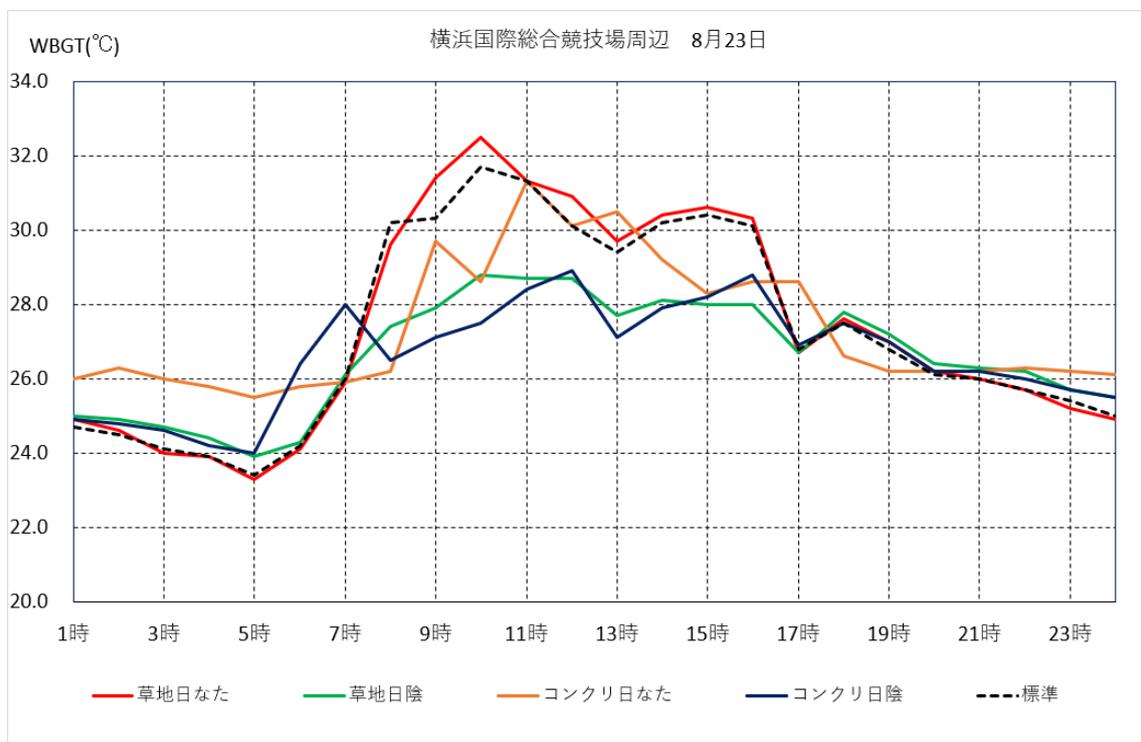
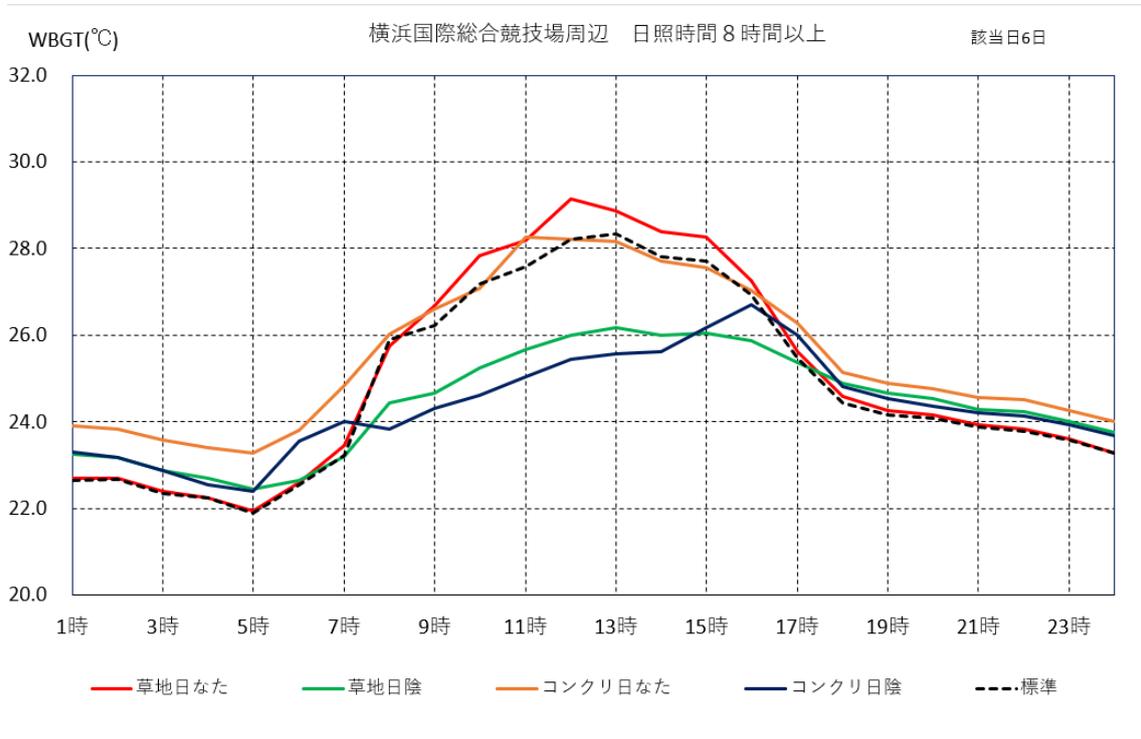


図 5-23 (1) 時刻別 WBGT の日変化 (横浜国際総合競技場周辺)  
日照時間 8 時間以上の日の平均図 (上段)、暑熱日図 : 8 月 23 日 (下段)

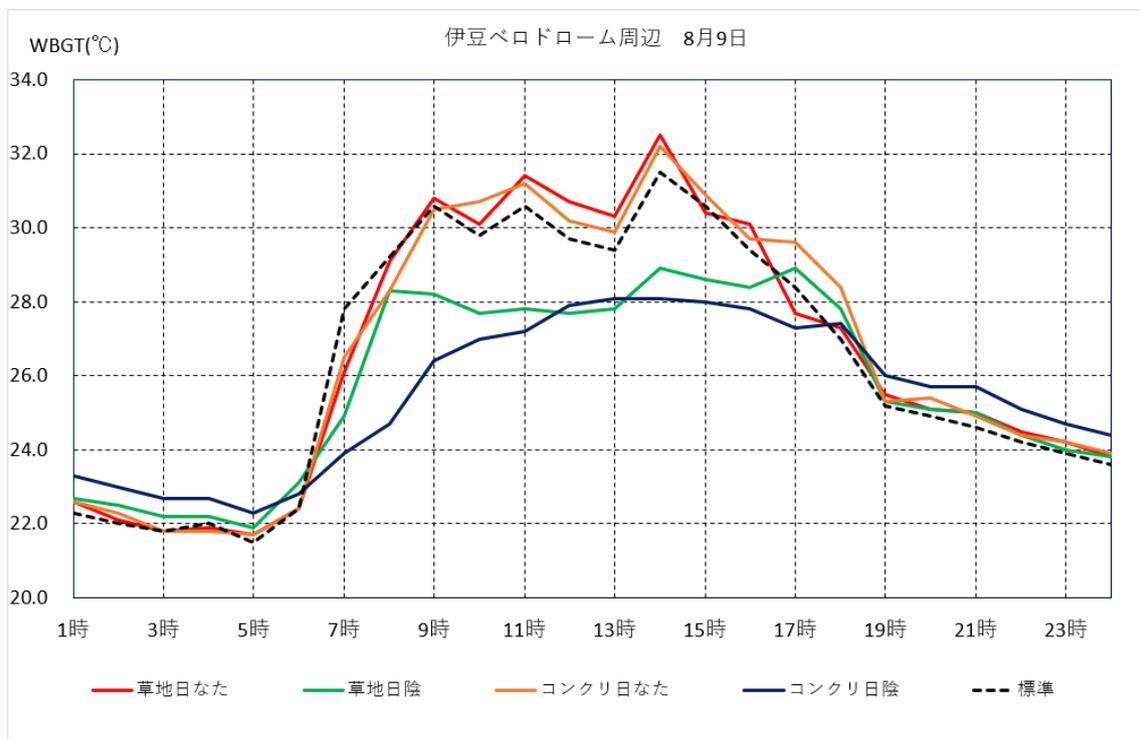
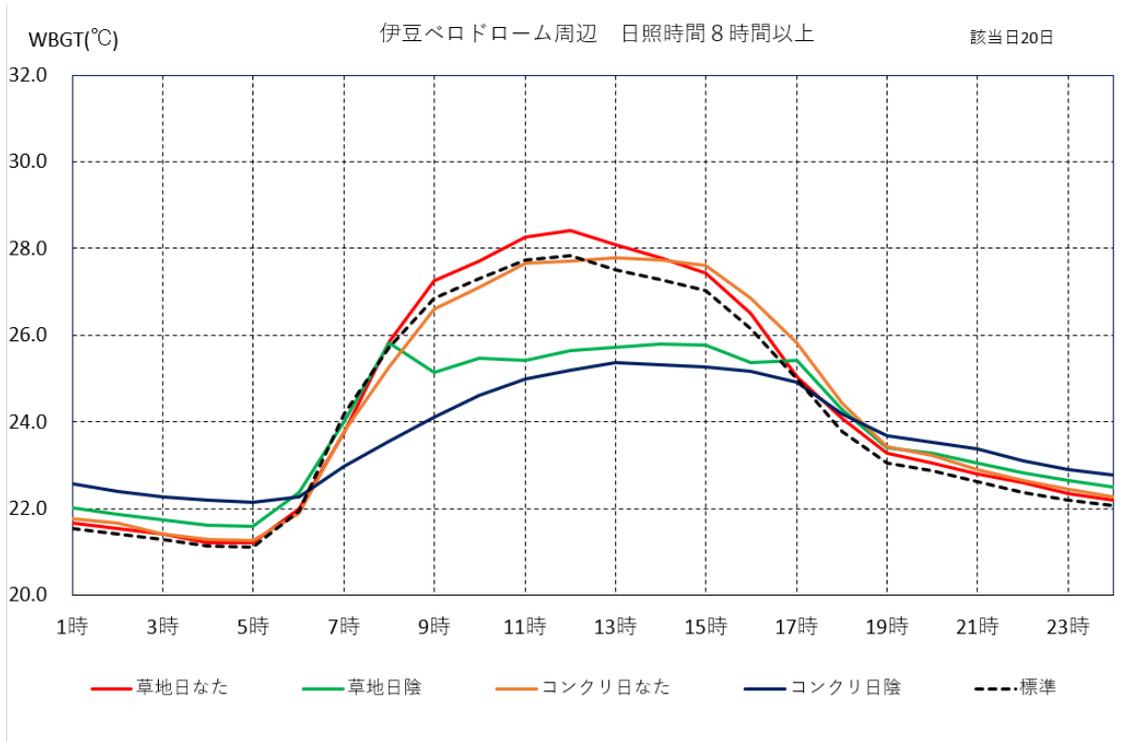


図 5-23(m) 時刻別 WBGT の日変化 (伊豆ペロドローム周辺)  
日照時間 8 時間以上の日の平均図 (上段)、暑熱日図: 8 月 9 日 (下段)

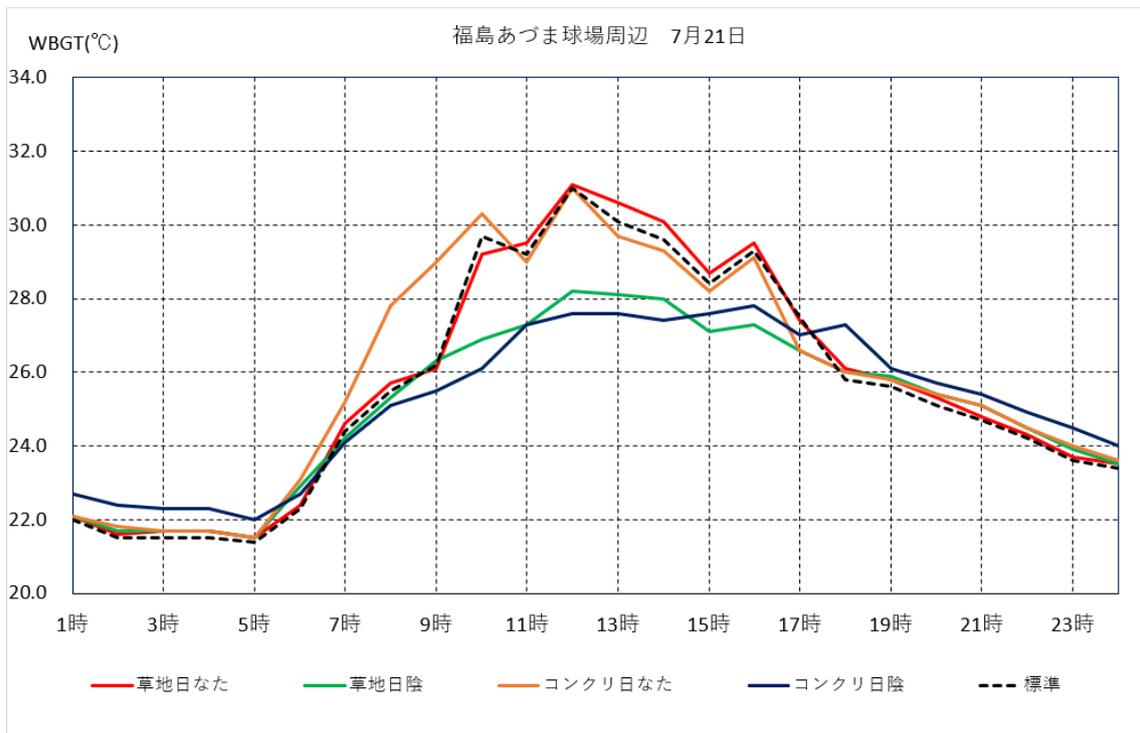
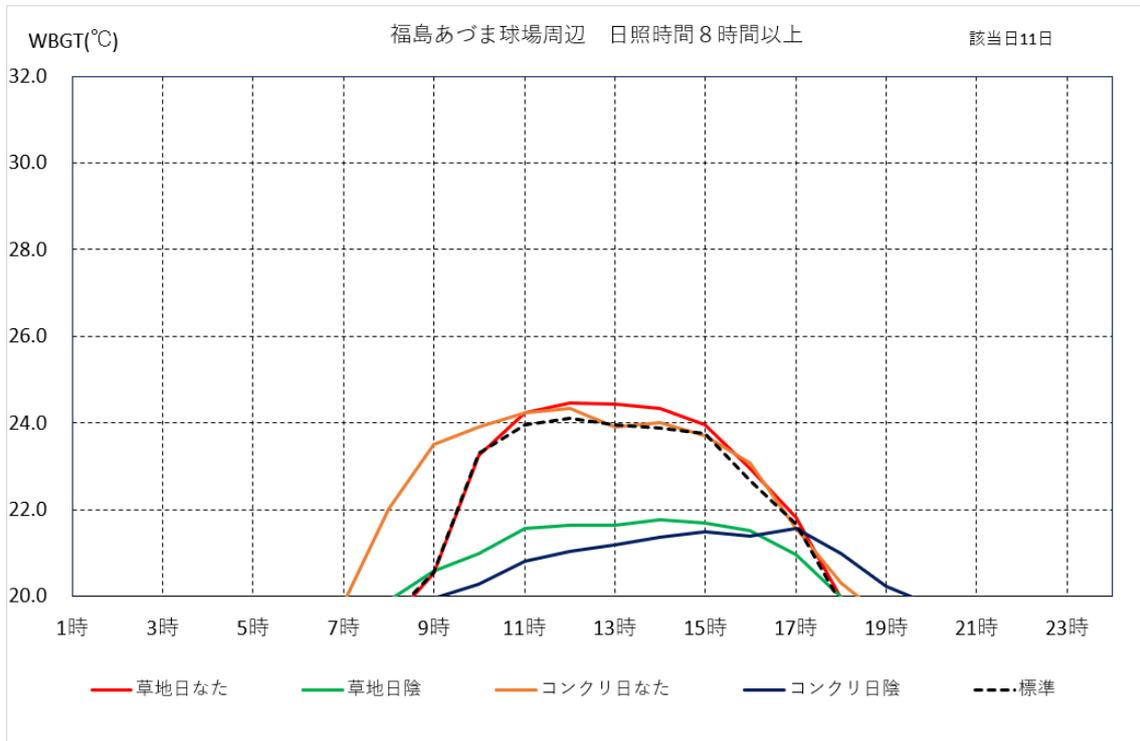


図 5-23(n) 時刻別 WBGT の日変化 (福島あづま球場周辺)  
日照時間 8 時間以上の日の平均図 (上段)、暑熱日図 : 7 月 21 日 (下段)