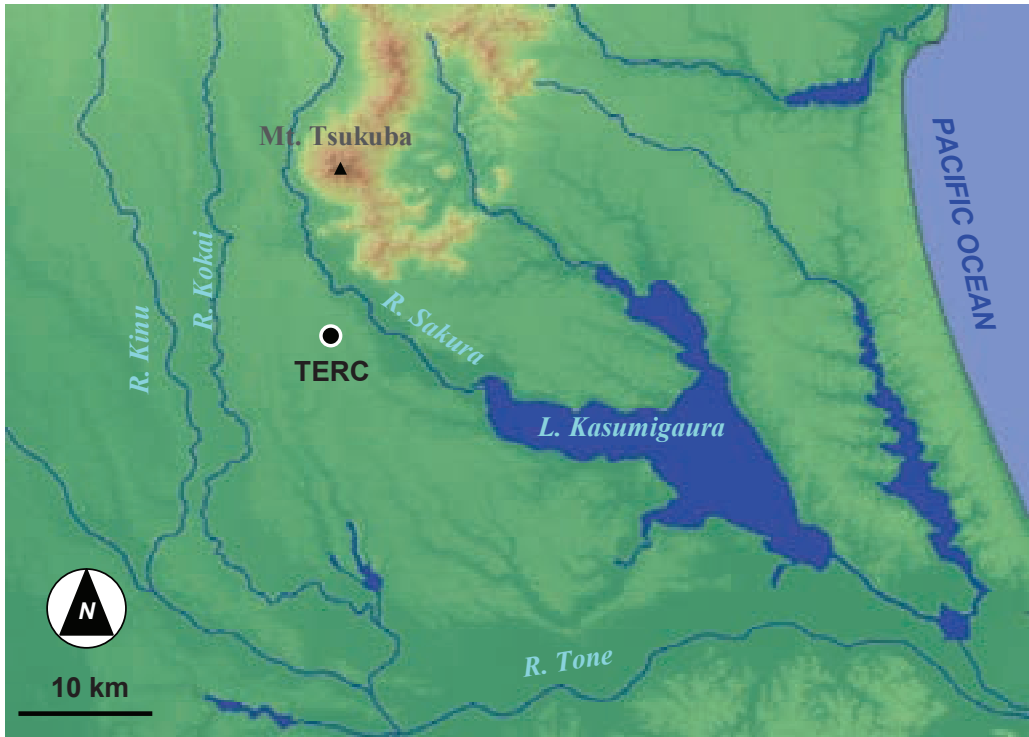


解 説

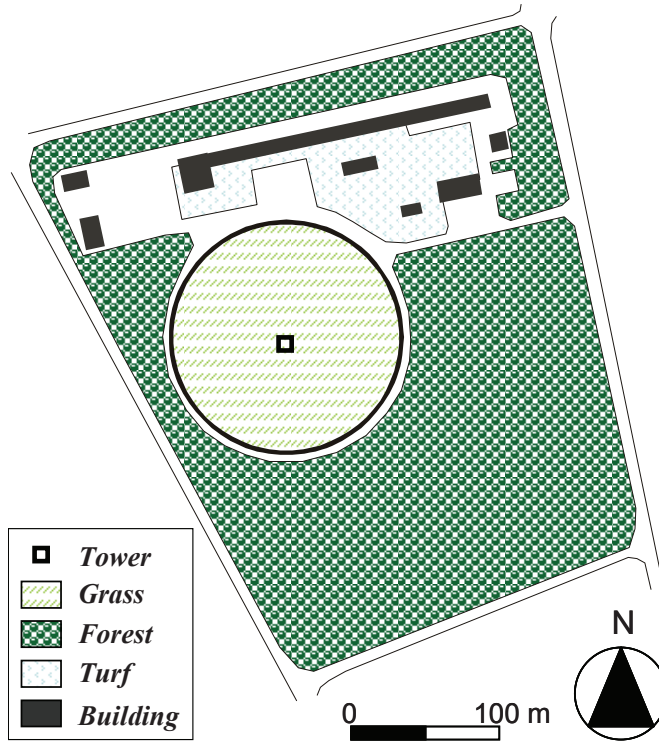
I 熱収支・水収支観測圃場の概要

筑波大学陸域環境研究センターの熱収支・水収支観測圃場（以下、圃場）は、小貝川と桜川に挟まれた筑波台地上に位置し、北方 12.5 km に筑波山を望む（第 1 図）。圃場の形状は直径 160 m の円形で、その中心（北緯 36°06'48.6"，東経 140°05'41.8"，海拔高度 27.5 m；緯度・経度は世界測地系）に高さ 30 m の観測用鉄塔が設置されている（第 2 図）。圃場内部は平均勾配 1/160 をもって中心がわずかに高くなるよう整地され、外周は深さ 0.6 m のコンクリートの側溝で囲まれている。深度 2 m 程度までの表層土は、一般に関東ローム層と呼ばれる火山灰を母材とする淡色黒ボク土で、その下位には不透水性の常総粘土層や被圧帯水層である龍ヶ崎砂礫層が位置する。圃場の北側には大型水路施設（高さ約 10 m）などの建造物が芝地を挟んで存在し、他の 3 方はアカマツ林（樹高約 10~15 m）に隣接している。

圃場の竣工は 1977 年 2 月で、同年 8 月からルーチン観測が開始された。翌 1978 年には牧草の播種がなされたが、その後雑草の侵入が見られたり牧草の生育が悪い区画が生じたりし、圃場内植生の不均一化が進行した。そこで、1988 年 3 月 28 日から 5 月 25 日にかけて部分的な天地返し（耕うんによる表層土と下層土の入れ替え）を伴う種子吹き付け工事が行われた。しかしながら、植生状況の均一性の維持は容易でなく、1993 年以降は年 1 回冬季に草刈を行うのみで牧草の播種は行わず、2 次遷移の進行を許容する方針に転換した。その結果、セイタカアワダチソウ・ススキ・チガヤなどの混生草原が形成されるに至ったが、草丈が大きくなり過ぎて圃場内での観測に支障が出始めたため、2005 年から再び夏季にも草刈を行うこととした（第 1 表）。



第 1 図 筑波大学陸域環境研究センター（TERC）位置図



第2図 熱収支・水収支観測圃場とその周辺図

第1表 圃場全面草刈の記録

年	実施期間	年	実施期間
1981	11/16～11/18	1994	なし*
1982	11/25～27	1995	1/27～1/29, 12/6～12/8
1983	11/29～12/9	1996	11/28
1984	12/1～12/8	1997	12/9～12/10
1985	8/1, 11/18～11/27	1998	11/9～11/10
1986	11/27～12/12	1999	12/15～12/17
1987	11/9～11/13	2000	12/25～12/17
1988	8/1	2001	なし*
1989	9/27	2002	1/10～1/11, 12/18～12/19
1990	9/12～9/13	2003	12/15～17
1991	5/30～6/14, 11/7～11/9	2004	12/16～12/17
1992	7月中旬, 10/7～10/15	2005	7/20～7/22, 11/19～11/22
1993	10/25～10/26		

(熱収支・水収支観測日誌およびセンター会議事録より作成)

*翌年1月実施

II 観測要素および観測方法

TERC 熱収支・水収支観測データベース Ver.2.0 および本図表集では、第 2 表に示す 15 の観測要素（複数高度/深度での観測値を含めると 31 項目）を対象とした。ルーチン観測開始当時にはこれより多くの要素が含まれていたが、その後種々の理由で観測を中止したのものもあるので、現在も観測が継続されている要素のみに限定した。

各要素の観測方法や使用測器，ならびに主な変更・メンテナンス情報を次頁以降に記載する。

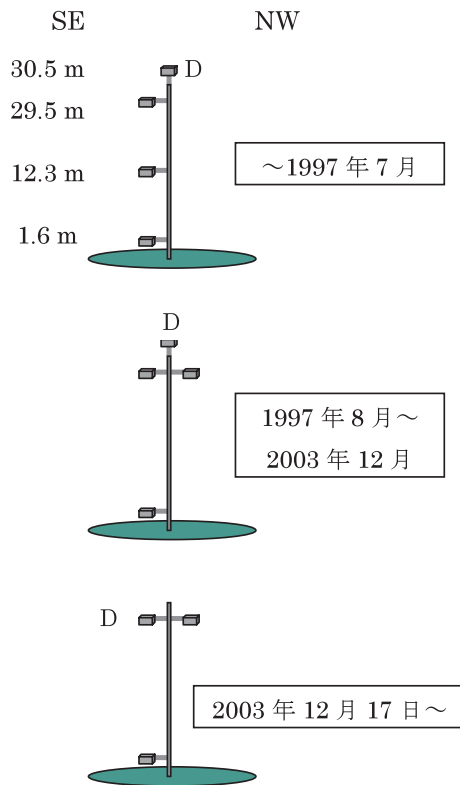
第 2 表 対象とした観測要素一覧

観測要素 (Observation Item)	略号	観測高度 (m)	観測期間
風向 (Wind Direction)	D	30.5 → 29.5	1981.8 ~ 現在
風速 (Wind Speed)	U-1	1.6	1981.8 ~ 現在
〃	U-2	12.3	1981.8 ~ 1997.8
〃	U-3	19.5	1981.8 ~ 現在
運動量フラックス (Momentum Flux)	UW-1	1.6	1981.8 ~ 現在
〃	UW-2	12.3	1981.8 ~ 1997.8
〃	UW-3	29.5	1981.8 ~ 現在
顕熱フラックス (Sensible Heat Flux)	WT-1	1.6	1981.8 ~ 現在
〃	WT-2	12.3	1981.8 ~ 1997.8
〃	WT-3	29.5	1981.8 ~ 現在
全天短波放射量 (Total short-Wave Radiation)	I	1.5	1981.8 ~ 現在
正味放射量 (Net Radiation)	Rn	1.5	1981.8 ~ 現在
地中熱流量 (Soil Heat Flux)	G1	-0.02	1981.8 ~ 現在
日照時間 (Sunshine Duration)	N	8	1981.8 ~ 現在
気温 (Air Temperature)	T-1	1.6	1981.8 ~ 現在
〃	T-2	12.3	1981.8 ~ 現在
〃	T-3	29.5	1981.8 ~ 現在
地温 (Soil Temperature)	ST-1	-0.02	1981.8 ~ 現在
〃	ST-2	-0.10	1981.8 ~ 現在
〃	ST-3	-0.50	1981.8 ~ 現在
〃	ST-4	-1.00	1981.8 ~ 現在
地下水位 (Ground Water Level)	GW-1	-2.2	1981.8 ~ 2005.7
〃	GW-2	-10.0	1981.8 ~ 現在
〃	GW-3	-22.0	1981.8 ~ 2004.2
〃	GW-4	-2.0	1981.8 ~ 現在
露点温度 (Dew Point Temperature)	TD-1	1.6	1981.8 ~ 現在
〃	TD-2	12.3	1981.8 ~ 現在
〃	TD-3	29.5	1981.8 ~ 現在
降水量 (Precipitation)	P	0.3	1981.8 ~ 現在
蒸発散量 (Evapotranspiration)	ET	0	1981.8 ~ 現在
気圧 (Atmospheric Pressure)	AP	5 → 1.5	1981.8 ~ 現在

1. 風向 (Wind Direction) ; D

- ✓ 設置高度 : 30.5 m (～2003 年 12 月)
29.5 m (2003 年 12 月 17 日～)
- ✓ 測器 : 超音波風速温度計
- ✓ メーカー型番 : TR-61A (Kaijyo Denki)
- ✓ 記録方法 (旧) : サンプルングは 10 秒間隔
データ収録は 1 時間毎
- ✓ 記録方法 (新) : サンプルングは 10 秒間隔
データ収録は 0.5, 1, 24 時間毎
(2003 年 5 月 1 日～)

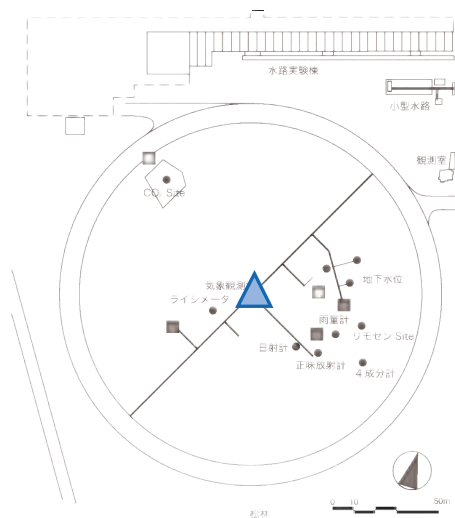
2003 年 12 月までは観測用鉄塔の天辺の高度 30.5 m に設置されていた超音波風速温度計によって測定されていたが、2003 年 12 月 17 日以降は、観測用鉄塔の高度 29.5 m 南東側に設置されている超音波風速温度計によって測定されている。



観測機器の設置高度



超音波風速温度計



位置図

2. 風速 (Wind Speed) ; U

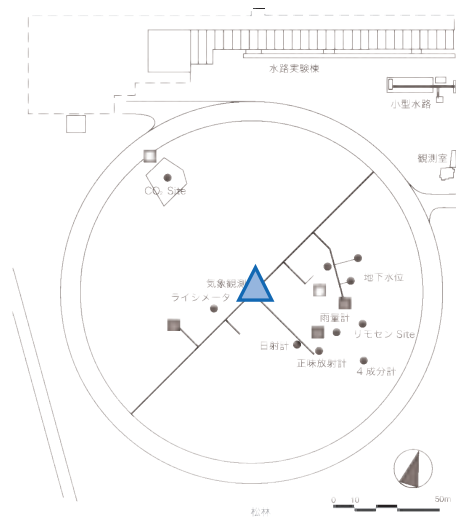
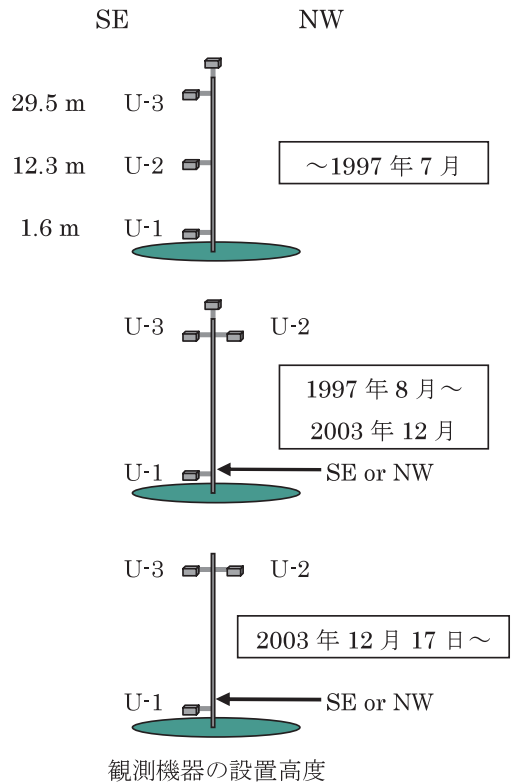
- ✓ 設置高度 : 1.6 m (U-1) *
 - 12.3 m (U-2) → 1997年8月以降測定終了
 - 29.5 m (U-3)
 - ✓ 測器 : 超音波風速温度計
 - ✓ メーカー型番 : TR-61A (Kaijyo Denki)
 - ✓ 記録方法 (旧) : サンプルングは 10 秒間隔
データ収録は 1 時間毎
 - ✓ 記録方法 (新) : サンプルングは 10 秒間隔
データ収録は 0.5, 1, 24 時間毎
- (* 季節に応じて高さを変更)
- ※ 時期によって、測器取り付け位置に変更在り.

観測用鉄塔に取り付けた超音波風速温度計によって得られた水平風速の日平均値である. 1997年8月以降の測定高度は、地表面から 1.6 m および 29.5 m であり、単位は m/s である.

高度 1.6 m の測器については、1997 年から主風向の成分として北成分が強くなる秋には北西側に、逆に南成分が強くなる春に南東側に付け替える作業を実施している. また、1998 年～2004 年では圃場の草刈りを年 1 回にしたため、夏季になると植生の影響を受けて 1.6 m では十分な観測高度が得られないので、超音波風速温度計の高度を 2.15 m に上げている.



超音波風速温度計



位置図

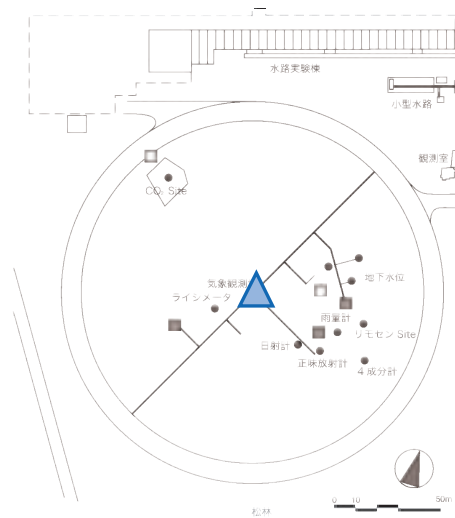
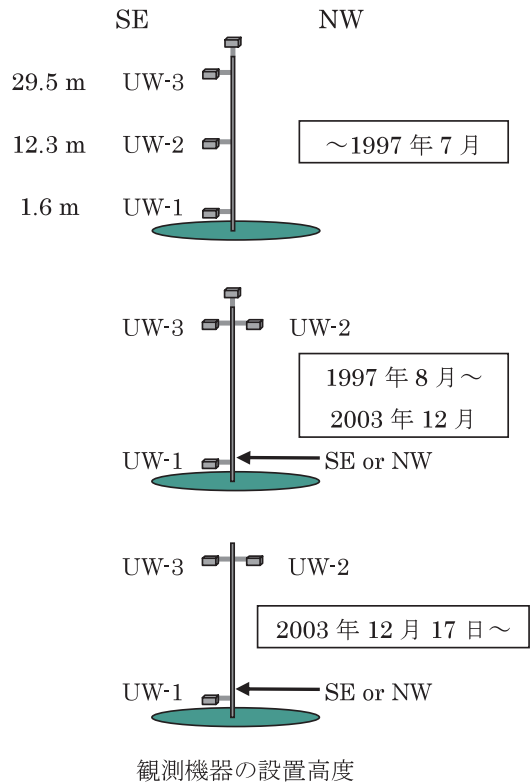
3. 運動量フラックス (Momentum Flux) ; UW

- ✓ 設置高度 : 1.6 m (UW-1) *
 - 12.3 m (UW-2) → 1997年8月以降測定終了
 - 29.5 m (UW-3)
 - ✓ 測器 : 超音波風速温度計
 - ✓ メーカー型番 : TR-61A (Kaijyo Denki)
 - ✓ 記録方法 (旧) : サンプルングは 10 秒間隔
データ収録は 1 時間毎
 - ✓ 記録方法 (新) : サンプルングは 10 秒間隔
データ収録は 0.5, 1, 24 時間毎
- (* 季節に応じて高さを変更)
- ※ 時期によって、測器取り付け位置に変更在り.

超音波風速温度計によって測定された水平風速の変動成分 u' , 鉛直風速の変動成分 w' から得られる 2 つの変動量の積の平均 $\overline{u'w'}$ の日平均値である. 上向きを正としており, 単位は $\times 0.1 \text{ m}^2/\text{s}^2$ である. 1997年8月以降の測定高度は, 地表面から 1.6 m および 29.5 m である. 1時間平均に 1 つでも欠測あるいは異常がみられる場合には, その日の日平均値を欠測とした. 高度 1.6 m および 29.5 m での観測の詳細は, 2 に記述したものと同様である.



超音波風速温度計



位置図

4. 顕熱フラックス (Sensible Heat Flux) ; WT

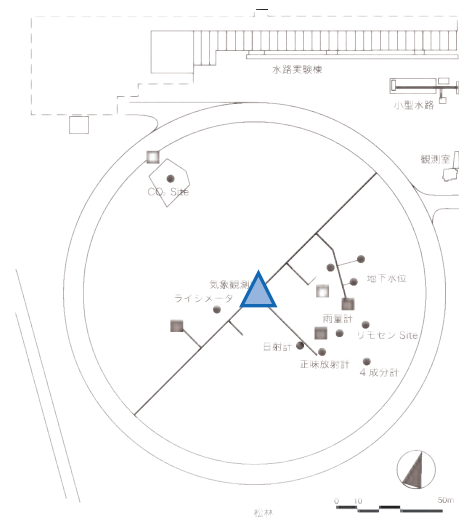
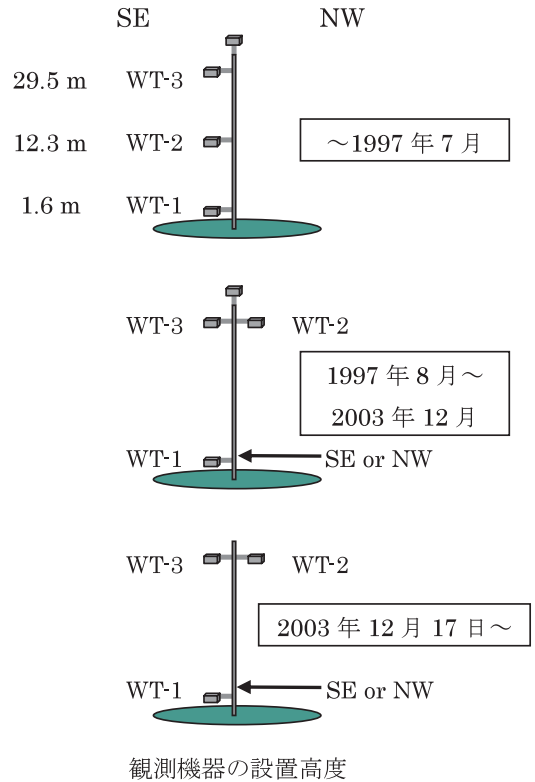
- ✓ 設置高度 : 1.6 m (WT-1) *
 12.3 m (WT-2) →1997年8月以降測定終了
 29.5 m (WT-3)
 - ✓ 測器 : 超音波風速温度計
 - ✓ メーカー型番 : TR-61A (Kaijyo Denki)
 - ✓ 記録方法 (旧) : サンプルングは 10 秒間隔
 データ収録は 1 時間毎
 - ✓ 記録方法 (新) : サンプルングは 10 秒間隔
 データ収録は 0.5, 1, 24 時間毎
- (* 季節に応じて高さを変更)
- ※ 時期によって, 測器取り付け位置に変更在り.

超音波風速温度計によって測定された鉛直風速および気温の変動量の積の平均 $\overline{w'T'}$ の日平均値である. 上向きを正としており, 単位は $\times 0.1^\circ\text{C} \cdot \text{m/s}$ である. 測定高度および欠測処理は運動量フラックスと同様である.

高度 1.6 m および 29.5 m での観測の詳細は, 2 に記述したものと同様である.



超音波風速温度計



位置図

5. 全天短波放射量 (Total Short-wave Radiation) ; I

- ✓ 設置高度 : 1.5 m
- ✓ 測器 : 熱電対式全天日射計
- ✓ メーカー型番 : MS・402F (Eiko Seiki)
- ✓ 記録方法 (旧) : サンプルングは 10 秒間隔
データ収録は 1 時間毎
- ✓ 記録方法 (新) : サンプルングは 10 秒間隔
データ収録は 0.5, 1, 24 時間毎

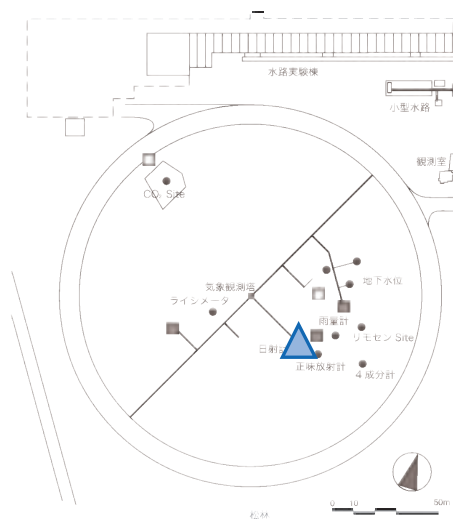
熱電対式全天日射計を地表面から高度 1.5 m に設置して測定した値の日平均値である。単位は W/m^2 である。

メンテナンス概要

1985/3/16	日射計の検定・交換
1988/6/6-6/15	日射計の検定・交換
1990/3/13	日射計の検定・交換
1994/7/7	センサー交換 A84517→A75510(MS43F)
1997/8/6	日射計の検定・交換
2002/4/5	日射計の検定・交換



熱電対式全天日射計



位置図

6. 正味放射量 (Net Radiation) ; Rn

- ✓ 設置高度 : 1.5 m
- ✓ 測器 : 通風型熱電対式放射収支計
- ✓ メーカー型番 : CN・11 (Eiko Seiki)
- ✓ 記録方法 (旧) : サンプルングは 10 秒間隔
データ収録は 1 時間毎
- ✓ 記録方法 (新) : サンプルングは 10 秒間隔
データ収録は 0.5, 1, 24 時間毎

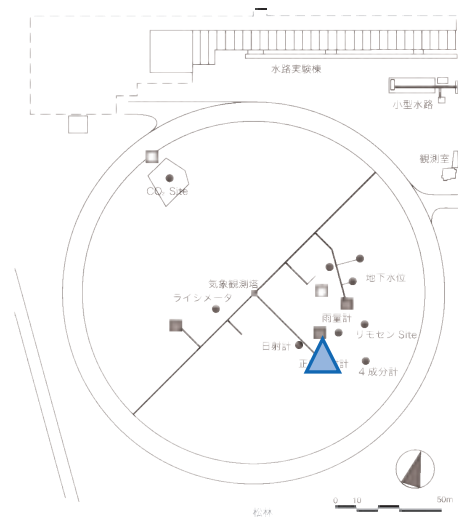
通風型熱電対式放射収支計を地表面から高度 1.5 m に設置して測定した値の日平均値である。単位は W/m^2 である。

メンテナンス概要

1984/9/6	放射収支計の検定・交換
1994/7/7	放射収支計の検定・交換
1997/5/6	放射収支計の検定・交換
2004/4/21・6/29	放射収支計の点検修理



通風型熱電対式放射収支計



位置図

7. 地中熱流量 (Soil Heat Flux) : G1

- ✓ 設置深度：地表面から 2 cm
- ✓ 測器：熱電対式地中熱流板
- ✓ メーカー型番：(①, ②) CN・81 (Eiko Seiki)
(③) CPR-PHF・01 (CLIMATEC)
- ✓ 記録方法 (①, ②)：サンプリングは 10 秒間隔，データ収録は 1 時間毎
- ✓ 記録方法 (③)：サンプリングは 10 秒間隔
データ収録は 0.5, 1, 24 時間毎

* 地中熱流板は期間内で 2 回埋設位置の変更を実施した。

熱電対式地中熱流板によって得られた日平均値で，測定深度は地表面から 2 cm である．単位は W/m^2 である．

メンテナンス概要

1991/5/30	地中熱流板交換・移設 (①→②)
2005/3/22	地中熱流板交換・移設 (②→③)

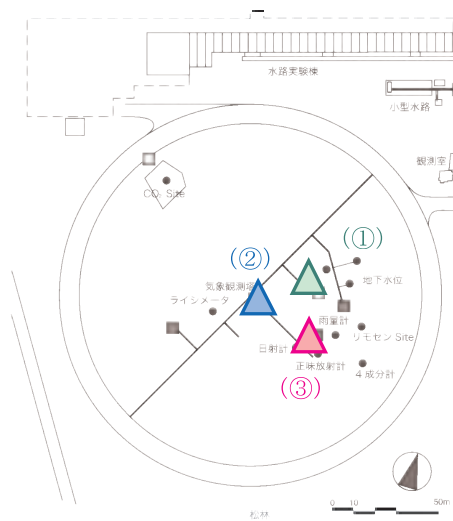


(旧型)



(新型)

熱電対式地中熱流板



位置図

8. 日照時間 (Sunshine Duration) ; N

- ✓ 設置高度：研究棟屋上
- ✓ 測器：回転式日照計
- ✓ メーカー型番：MS・091 (Eiko Seiki)
- ✓ 記録方法 (旧)：サンプリングは 10 秒間隔
データ収録は 1 時間毎
- ✓ 記録方法 (新)：サンプリングは 10 秒間隔
データ収録は 0.5, 1, 24 時間

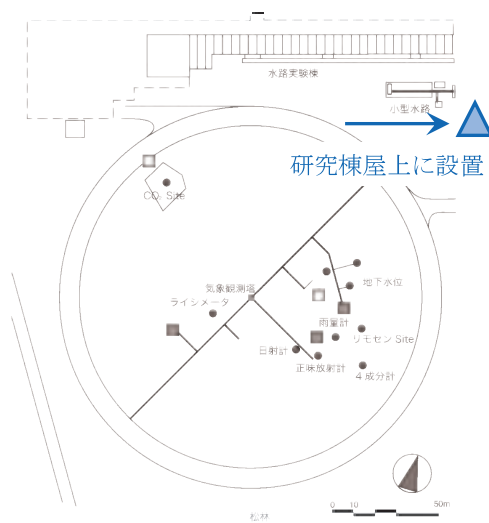
メンテナンス概要

1989/12/7 ・1990/5/9	日照計の故障のため、欠測
------------------------	--------------

研究棟の屋上に設置した回転式日照計によって得られた日積算値である。単位は分である。



回転式日照計



位置図

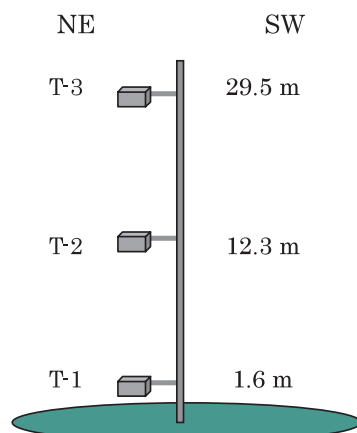
9. 気温 (Air Temperature) ; T

- ✓ 設置高度 : 1.6 m (T-1), 12.3 m (T-2),
29.5 m (T-3)
- ✓ 測器 : 通風式白金抵抗温度計
- ✓ メーカー型番 : Nakaasa (E-731)
- ✓ 記録方法 (旧) : サンプルングは 10 秒間隔
データ収録は 1 時間毎
- ✓ 記録方法 (新) : サンプルングは 10 秒間隔
データ収録は 0.5, 1, 24 時間毎

観測用鉄塔の北東側に取り付けられた通風式白金抵抗温度計によって得られた日平均値である。測定高度は地表面から 1.6 m, 12.3 m および 29.5 m, 単位は℃である。

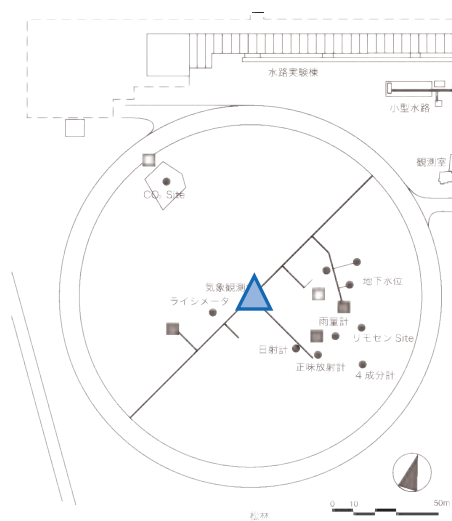


通風式白金抵抗温度計



観測機器の設置高度
メンテナンス概要

1986/3/25	温度計の三高度取り替え工事開始
1986/4/28	温度計変換器調整点検. A/D 変換器, CPU 変換ユニット交換
1991/11/22	温度計変換器点検
1992/2/17	温度計の修理



位置図

10. 地温 (Soil Temperature) ; ST

- ✓ 設置深度：地表面から 2 cm (ST-1), 10 cm (ST-2), 50 cm (ST-3), 100 cm (ST-4)
- ✓ 測器：防水型白金抵抗温度計
- ✓ メーカー型番：(①, ②) E-751 (Nakaasa)
(③) C-PTG-10 (CLIMATEC)
- ✓ 記録方法 (①, ②)：サンプリングは 10 秒間隔，データ収録は 1 時間毎
- ✓ 記録方法 (③)：サンプリングは 10 秒間隔，データ収録は 0.5, 1, 24 時間毎

* 地温計は，期間内で 2 回埋設位置の変更を実施した。

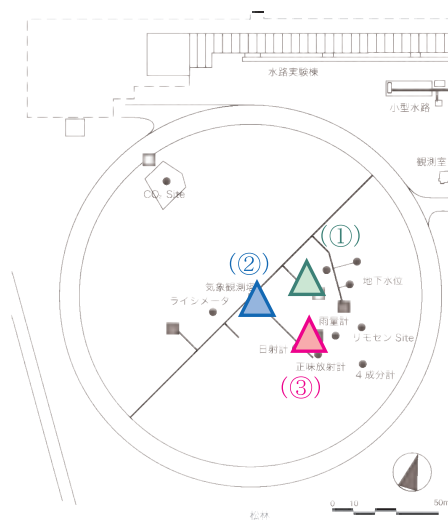
直径 10 mm，長さ 15 cm の防水型白金抵抗温度計によって得られた日平均値である。測定深度は地表面から 2 cm (ST-1), 10 cm (ST-2), 50 cm (ST-3) および 100 cm (ST-4) であり，単位は℃である。センサーは深度 1 m の穴の側壁に地表面と平行に挿入し，埋土した。



防水型白金抵抗温度計

メンテナンス概要

1981/10/30	地温計の修理
1988/5/31	地温計 2, 10, 50, 100 cm の検定
1991/5/30	地温計交換・移設 (4 深度) (①→②)
1995/2/22	地温計 2, 10, 50, 100 cm 検定
2005/3/22	地温計移設・交換 (②→③)

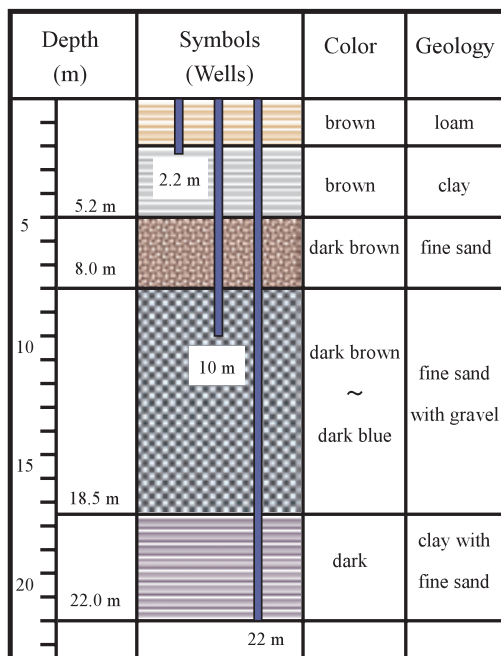


位置図

11. 地下水位 (Ground Water Level) ; GW

- ✓ 井戸深度 :
 - 2.2 m (GW-1) スクリーン : 0.7~2 m
 - 10.0 m (GW-2) スクリーン : 8~10 m
 - 22.0 m (GW-3) スクリーン : 14~18 m
 - 新 2.0 m (GW-4) スクリーン : 0.5~2.0 m
- ✓ 測器 : 水圧式水位計
- ✓ メーカー型番 : W-131 (Nakaasa)
- ✓ 記録方法 (旧) : サンプルングは 10 秒間隔
データ収録は 1 時間毎
- ✓ 記録方法 (新) : サンプルングは 10 秒間隔
データ収録は 0.5, 1, 24 時間毎

地表面から地下水面までの深さの日平均値で、単位は m である。観測には水圧式水位計が使用されている。これまでに設置された井戸は 2.2 m 深 (GW-1, スクリーン深度は 0.7~2 m), 10.0 m 深 (GW-2, スクリーン深度は 8~10 m), 22.0 m 深 (GW-3, スクリーン深度は 14~18 m), 新 2.0 m 深 (GW-4, スクリーン深度は 0.5~2.0 m) であるが、2004 年 2 月 18 日に 22.0 m 深 (GW-3) の運用を停止し、また 2005 年 7 月 22 日以降は 2.2 m 深 (GW-1) の測定を停止した。2005 年 7 月 22 日以降稼動している観測井は、10.0 m 深 (GW-2) と新 2.0 m 深 (GW-4) の 2 つである。



地質図と観測井の埋設深度

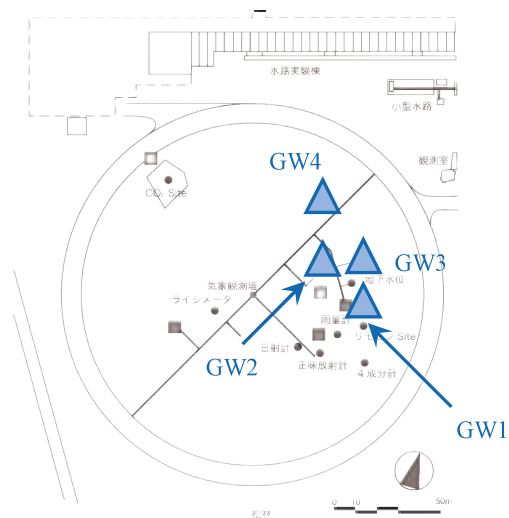


(GW1, GW2, GW3)



(GW-4)

観測井



位置図

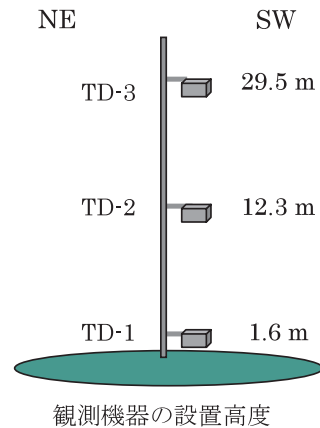
12. 露点温度 (Dew Point Temperature) : TD

- ✓ 設置高度 : 1.6 m (TD-1), 12.3 m (TD-2), 29.5 m (TD-3)
- ✓ 測器 : 塩化リチウム露点温度計
- ✓ メーカー型番 : E-871 (Nakaasa)
- ✓ 記録方法 (旧) : サンプルングは 10 秒間隔
データ収録は 1 時間毎
- ✓ 記録方法 (新) : サンプルングは 10 秒間隔
データ収録は 0.5, 1, 24 時間毎

観測用鉄塔の南西側に取り付けた塩化リチウム露点温度計によって得られた日平均値である。単位は℃, 測定高度は気温と同様である。

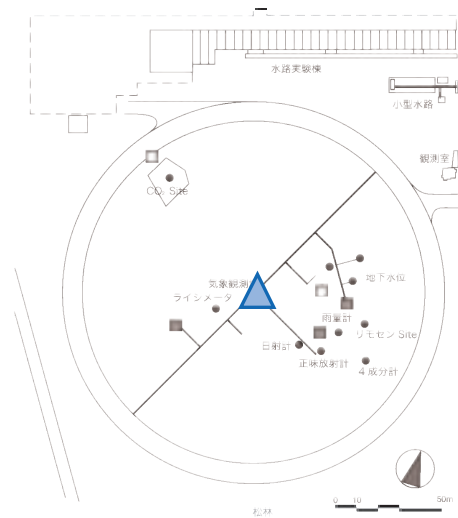


塩化リチウム露点温度計



メンテナンス概要

1984/5/7	露点温度計の修理 (12.3 m)
1986/4/5	露点温度計の修理 (3 高度共)
1987/3/17	露点温度計交換 (1.6 m)
1988/9/20	露点温度計工事(29.5 m 通風筒取付)
1999/7/13	露点温度計を更新 (12.3 m, 29.5 m)



位置図

13. 降水量 (Precipitation) ; P

- ✓ 設置高度：地表面上約 0.3 cm
- ✓ 測器：転倒ます型隔測自記雨量計
- ✓ メーカー型番：WB0013・05 (Yokokawa)
- ✓ 記録方法：パルスカウント

メンテナンス概要

1984/7/18	雨量計の修理
1984/9/13	雨量計の修理
1991/9/23・10/25	雨量計故障につき、交換
2002/4/1	雨量計の更新

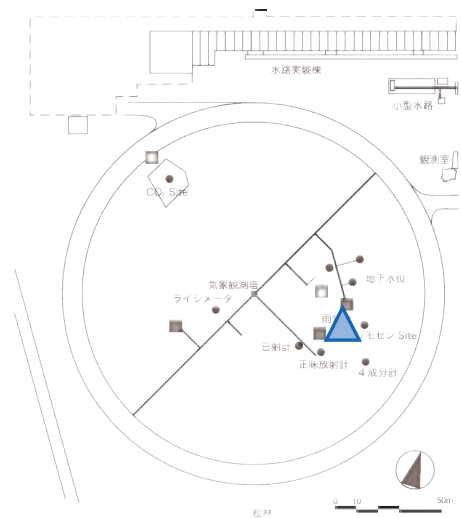
1 転倒 0.5 mm, 直径 20 cm の転倒ます型隔測自記雨量計を使用して測定している。単位は mm (水深換算) で、日積算値である。



雨量計外観



雨量計内部

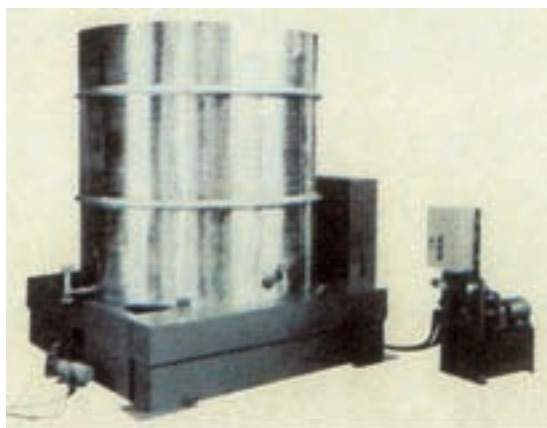


位置図

14. 蒸発散量 (Evapotranspiration) ; ET

- ✓ 設置深度：地下
- ✓ 測器：ウェイングライシメータ
- ✓ メーカー型番：RI-15TFA (Shimadzu)
- ✓ 記録方法 (旧)：サンプリングは 10 秒間隔
データ収録は 1 時間毎
- ✓ 記録方法 (新)：サンプリングは 10 秒間隔
データ収録は 0.5, 1, 24 時間毎

直径 2 m, 深さ 2 m の円筒型容器に不攪乱の土 (関東ローム) を詰めたウェイングライシメー

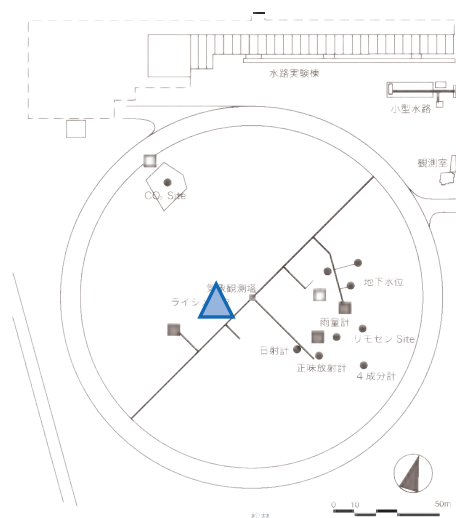


ライシメータ本体



ライシメータ設置場所 (地上面からみた状態)

タにより測定している。総重量は約 9 トンであり、蒸発あるいは降水による重量変化を±250 kg (水深換算で約 80 mm) の範囲で測定できる。秤量感度は 100 g (水深換算で 0.032 mm) である。単位は mm (水深換算) で、日積算値である。降水日には、雨量計で測定された日降水量をライシメータの生の測定値に加え、この値を真の日蒸発散量とした。ただし、その結果が-0.5 より小さい時は欠測、-0.5~0 の場合は雨量計の測定誤差を考慮して 0.0 とした。さらに、何らかの理由でウェイングライシメータの雨量測定値が雨量計のそれより小さい場合があると日蒸発散量が過大評価されてしまうので、そのような時には蒸発散量を欠測としてある。観測期間中、欠測日が少なからず存在するが、これは降水後の強制排水前後における乱れや、点検・整備などが主な原因である。ライシメータの秤の感度の問題については、田・杉田 (1996) や新村・杉田 (1999) を参照されたい。



位置図

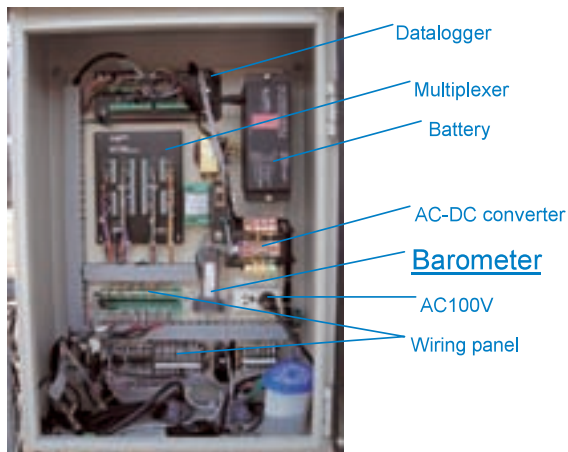
15. 気圧 (Atmospheric Pressure) ; AP

- ✓ 設置高度 : (旧) : 5.0 m
(新) : 1.5 m
- ✓ 測器 : 気圧計
- ✓ メーカー型番 (旧) : F・401 (Nakaasa)
(新) : PTB210 (ヴァイサラ)
- ✓ 記録方法 (旧) : サンプルングは 10 秒間隔
データ収録は 1 時間毎
- ✓ 記録方法 (新) : サンプルングは 10 秒間隔
データ収録は 0.5, 1, 24 時間毎

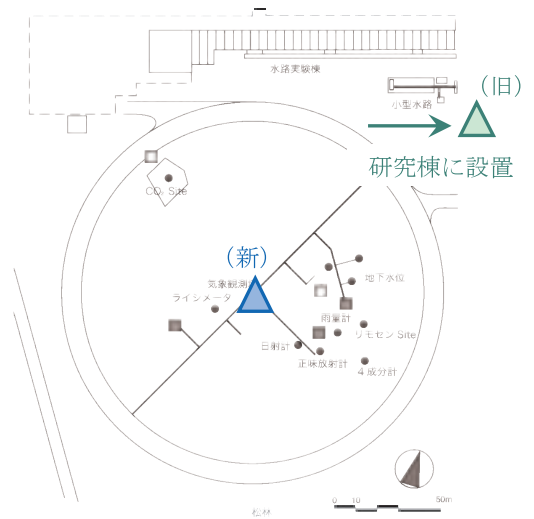
メンテナンス概要

2003/12/17	気圧計 (PTB210) の設置
------------	------------------

2003年12月までは、研究棟の高度5.0mに設置したアネロイド型自記気圧計によって得られた日平均値を用いている。2003年12月17日以降は、観測用鉄塔直下の計測ボックス内に新設された気圧計 (PTB210 : ヴァイサラ株式会社) によって気圧が測定されている (野原・浅沼, 2004)。単位は hPa である。



気圧計 (新) (計測ボックス内に設置)



位置図

Ⅲ データの品質管理

現在公開されているデータ (Ver. 1.0) は、ルーチン観測開始後の全データについて、統一フォーマットにより整理されているが、データの品質管理については最低限のクオリティチェックしかなされておらず、利用の際には注意が必要である。今回、統計値の算出にあたって、信頼の置けるデータを得るためには、元データの十分なクオリティチェックが必要である。そこで、統計値算出に先立ち、十分なクオリティチェックを施したデータ (Ver. 2.0) を作成した。

Ver. 2.0 の作成は、以下の手順で行った。まず、圃場管理者によって記録されてきた観測日誌の情報をもとにデータの欠測期間を拾い出し、欠測とした。観測日誌は、1995 年までについては田ほか (1995) にまとめられ、それ以降については本冊に掲載されている。次に、観測日誌では記録されていないエラーを拾い出すために、各観測項目の時系列図から非現実的な値や変化をしているものを探し、欠測とした。さらに、一部の観測項目に関して、以下のような処理を行った。

・風向

2004 年以降のデータについて、それ以前と比べて明らかな風向のバイアスが見られた。そこで、2004～2005 年のセンター圃場の風向データ (X) と AMeDAS つくば観測点 (センターより南南東へ約 6 km) の風向データ (Y) を比較し、傾き 1 の直線に回帰させたところ、

$$Y = X - 39.31, \quad R^2 = 0.83$$

となった。今回、2004 年以降のデータについては、上式によりバイアス補正を行った。

・風向、運動量フラックス、顕熱フラックス 29.5 m

1997 年 8 月以降、高度 29.5 m の風速はタワーの南東側および北西側に設置された 2 台の超音波風速温度計によって観測されている。タワーによる乱れの影響を除去するため、観測時の風向が 33-213 度のときは南東側の値を、それ以外のときは北西側の値を採用した。運動量フラックス、顕熱フラックスについても同様である。

・運動量フラックス、顕熱フラックス

岩田・杉田 (2006) *によれば、フラックス算出回路の設定不良による測定値の飽和により、1994 年以前のデータについて顕熱フラックスが過小評価されていることが指摘されている。運動量フラックスに関しても同様の傾向が見られる。気候値算出のためには、これらを適切に補正する必要がある。今回は、気候値算出には 1995 年以降のデータのみを用い、参考値として掲載した。

・全天短波放射量、日照時間

夜間のデータに関しては、ゼロとした。

・地下水位 -22.0 m

深度 22.0 m 観測井の地下水位データ (GW-3) は、1995 年 3 月以降、深度 2.2 m 観測井の地下水位 (GW-1) と同様の変動をする期間が頻繁に起こっていた。井岡ほか (2004) において、この原因は深度 22.0 m 観測井への表層地下水の漏れと指摘されており、GW-3 は 2004 年 2 月 18 日に観測を停止し、観測井は埋め戻された。ゆえに、Ver. 2.0 データでは GW-3 は 1995 年 2 月までのデータを用い、1995 年 3 月以降は欠測とした。

・蒸発散量

降水時の値は誤差が大きいため、欠測とした。降水時以外で蒸発散量が負値を示した場合、-0.5～0.0 であれば 0.0 としたが、-0.5 より小さければ欠測とした。さらに、重量調整や測定レンジを振り切れた場合は欠測

* 陸域環境研究センター報告第 7 号に掲載予定

とした。

齊藤・山中（2005）によれば、1994年以降、排水機構のトラブルにより降雨後に指数関数的な蒸発散量の減衰が見られ、その結果として蒸発散量の過大評価が起こっていることが指摘されている。Ver. 2.0 データでは、過大評価が見られた降水イベント後数日間の夜間のみのデータをもとに指数関数への回帰を行い、過大評価量の推定値とした。降水後数日間の観測値から、その推定値を差し引くことで、補正值とした。

統計値は、Ver. 2.0 の 1 時間平均値をもととして算出された。算出方法については、基本的には気象庁の気象観測統計指針に準拠した。算出手順は、まず日統計量（日平均値、日積算値）を求め、それをもとに月統計量（月平均値、月積算値）を算出し、月統計量から年統計量（年平均値、年積算値）を算出した。さらにそれらから気候値を求めた。それぞれの算出方法は以下の通りである。

a) 日平均値，日積算値

Ver. 2.0 の毎時データ（1 日 24 データ）を単純平均して日平均値を求めた。欠測値があった場合、2 回以下の場合には準完全値として以後の統計計算に利用するが、3 回以上の場合には資料不足値として以後の統計には使用しなかった。日照時間、降水量、蒸発散量については日積算値を求めた。日積算値算出では、1 回でも欠測がある場合はそれを除いて積算し資料不足値とするが、以後の統計にも使用する。

b) 月平均値，月積算値

月平均値（日照時間、降水量、蒸発散量については月積算値）は、日平均値または日積算値をもとにして求めた。月平均値算出の際は、日平均値の中に資料不足値や完全欠測日が含まれていた場合、その日数が月の 20 % 以下の場合には資料不足値・完全欠測日以外のデータから月平均値・月積算値を求め、準完全値とした。20 % 以上の場合、求められた値は資料不足値として、年平均値や気候値の算出には用いなかった。月積算値の場合、その月の日積算値に 1 日でも欠測もしくは資料不足値が含まれていたならば、欠測を除いて積算した値を求め、資料不足値とした。

c) 年平均値，年積算値

年平均値（日照時間、降水量、蒸発散量については年積算値）は、月平均値または月積算値をもとにして求めた。算出方法については、月平均値・月積算値と同様である。

d) 気候値

1982 年～2005 年の 24 年間の月統計量もしくは年統計量をもとに、累年の月別平均（積算）値もしくは累年の年平均（積算）値を算出した。この際、資料不足値や完全欠測データは除いて計算した。このようにして求めた値を、本冊では気候値と呼ぶ。すべての年のデータが揃っていれば、気候値は 24 年平均値（完全値）となるが、80 % 以上（20 年以上）のデータより算出されればその値は準完全値として、気候値に採用した。資料年数が 20 年に満たない場合は、その値は参考値とした。

なお、風向データに関しては、以下の手順で風向別百分率を求めた。

1) 各年各月の風向観測値を 16 方位のデータに変換し、方位別の観測回数をカウントした。この際、風向観測回数のうち欠測値が 20 % 以下の場合には完全値として以後の統計処理に利用し、20 % 以上の場合には資料なしとした。

2) 各月について、完全値を得た各年の観測回数を方位別に合計し、それを全観測回数で割ることで、風向別百分率の気候値を求めた。この際、統計に用いた資料年数が 20 年に満たない場合は参考値とした。

IV 関連文献

1. 観測データ集

- 筑波大学水理実験センター (1980) : 熱収支・水収支観測資料 (1) 1977年8月～1979年3月, 52pp.
- 鳥谷 均・川村隆一・古藤田一雄・嶋田 純 (1988) : 熱収支・水収支観測資料 (2) -熱収支編- 1981年7月～1987年12月. 筑波大学水理実験センター報告, 第12号別冊, 73pp.
- 谷口真人・川村隆一・嶋田 純 (1989) : 熱収支・水収支観測資料 (3) -水収支編- 1981年8月～1987年12月. 筑波大学水理実験センター報告, 第13号別冊, 80pp.
- 川村隆一・谷口真人・鳥谷 均・嶋田 純 (1989) : 熱収支・水収支観測資料 -1988年-. 筑波大学水理実験センター報告, **13**, 159-176.
- 川村隆一・谷口真人・嶋田 純 (1990) : 熱収支・水収支観測資料 -1989年-. 筑波大学水理実験センター報告, **14**, 131-161.
- 杉田倫明・嶋田 純 (1991) : 熱収支・水収支観測資料 -1990年-. 筑波大学水理実験センター報告, **16**, 125-153.
- 田 少奮・杉田倫明・嶋田 純 (1992) : 熱収支・水収支観測資料 -1991年-. 筑波大学水理実験センター報告, **17**, 157-187.
- 田 少奮・杉田倫明 (1994) : 熱収支・水収支観測資料 -1992年-. 筑波大学水理実験センター報告, **19**, 69-98.
- 田 少奮・杉田倫明 (1995) : 熱収支・水収支観測資料 -1993年-. 筑波大学水理実験センター報告, **20**, 97-125.
- 田 少奮・杉田倫明 (1996) : 熱収支・水収支観測資料 -1994年・1995年-. 筑波大学水理実験センター報告, **21**, 61-115
- 新村典子・杉田倫明 (1997) : 熱収支・水収支観測資料 -1996年-. 筑波大学水理実験センター報告, **22**, 45-75.
- 新村典子・杉田倫明 (1998) : 熱収支・水収支観測資料 -1997年-. 筑波大学水理実験センター報告, **23**, 103-136.
- 新村典子・杉田倫明 (1999) : 熱収支・水収支観測資料 -1998年-. 筑波大学水理実験センター報告, **24**, 143-168.
- 新村典子・浅沼 順 (2001) : 熱収支・水収支観測資料 -1999年-. 筑波大学陸域環境研究センター報告, **1**, 77-103.
- 新村典子・浅沼 順 (2002) : 熱収支・水収支観測資料 -2000年-. 筑波大学陸域環境研究センター報告, **2**, 41-66.
- 新村典子・黒川知恵・浅沼 順 (2002) : 熱収支・水収支観測資料 -2001年-. 筑波大学陸域環境研究センター報告, **3**, 121-146
- 野原大輔・浅沼 順 (2003) : 熱収支・水収支観測資料 -2002年-. 筑波大学陸域環境研究センター報告, **4**, 157-183.
- 野原大輔・浅沼 順 (2004) : 熱収支・水収支観測資料 -2003年-. 筑波大学陸域環境研究センター報告, **5**, 129-155
- 渡来 靖・山中 勤 (2005) 熱収支・水収支観測資料 -2004年-. 筑波大学陸域環境研究センター報告, **6**, 63-88

2. メンテナンス資料

- 田 少奮・生川智彦・金子英子・杉田倫明 (1995) : 筑波大学水理実験センター熱収支・水収支観測日誌. 筑波大学水理実験センター報告, 第20号別冊, 99pp.
- 田 少奮・生川智彦・杉田倫明 (1995) : 水理実験センター熱収支・水収支観測日誌のデータベース化について. 筑波大学水理実験センター報告, **20**, 93-96.

3. システム解説

- 井口正男・池田 宏・林 陽生・佐倉保夫 (1977) : 水理実験センターの概要. 筑波大学水理実験センター報告, **1**, 77-90.
- 古藤田一雄・佐倉保夫・林 陽生・甲斐憲次 (1978) : 水理実験センターにおける熱収支・水収支観測システムとデータ集録・処理について. 筑波大学水理実験センター報告, **2**, 65-89.
- 古藤田一雄・甲斐憲次・中川慎治 (1983) : 気象日報作成装置について. 筑波大学水理実験センター報告, **7**, 75-85.
- 鳥谷 均・川村隆一・嶋田 純・谷口真人・西本貴久 (1989) : 気象日報作成装置新システムについて. 筑波大学水理実験センター報告, **13**, 147-158.
- 樋口篤志・杉田倫明 (1998) : 筑波大学水理実験センター熱収支・水収支観測圃場における特別観測用データ収録システムについて. 筑波大学水理実験センター報告, **23**, 91-94.
- 杉田倫明・樋口篤志・新村典子・西本貴久 (1998) : 水理実験センター気象日報処理装置のネットワーク化. 筑波大学水理実験センター報告, **23**, 95-101.
- 森 牧人・新村典子 (1999) : 水理実験センター水文・気象データのホームページ上におけるグラフ化の試み. 筑波大学水理実験センター報告, **24**, 129-133.
- 樋口篤志・杉田倫明・飯田真一 (1999) : 筑波大学水理実験センター熱収支・水収支観測圃場における新・特別観測用データ収録システムについて. 筑波大学水理実験センター報告, **24**, 135-141.
- 浅沼 順・野原大輔・原 政之・寄崎哲弘 (2004) : 第3世代気象・水文観測データ収集・公開システムについて. 筑波大学陸域環境研究センター報告, **5**, 157-174

4. 観測データ品質検証

- 古藤田一雄 (1980) : ライシメーター蒸発散量とエネルギー収支法による蒸発散量の比較. 筑波大学水理実験センター報告, **4**, 1-9.
- 檜山哲哉・杉田倫明・三上正男 (1993) : ウェイングライシメーターと熱収支法による潜熱フラックスの比較. 筑波大学水理実験センター報告, **18**, 41-53.
- 田 少奮・檜山哲哉・杉田倫明 (1994) : ウェイングライシメーターによる蒸発散量のバラツキの原因とその改善について. 筑波大学水理実験センター報告, **19**, 57-62.
- 檜山哲哉・生川智彦・田 少奮・杉田倫明 (1994) : 水理実験センター熱収支・水収支観測圃場における地中熱流量. 筑波大学水理実験センター報告, **19**, 63-67.
- 遠藤伸彦・檜山哲哉・杉田倫明・田 少奮 (1995) : 水理実験センターの全天日射計の感度について. 筑波大学水理実験センター報告, **20**, 85-91.
- 桜 久美子・新村典子・木村富士男 (1999) : 長期データを用いた草地の熱収支の変動について. 筑波大学水理実験センター報告, **24**, 97-106.
- 新村典子・杉田倫明 (1999) : ウェイングライシメーターの重量測定システムの更新とその蒸発散量測定値のばらつき改善について. 筑波大学水理実験センター報告, **24**, 107-115.
- 飯田真一・新村典子・浅沼 順 (2002) : 筑波大学陸域環境研究センター熱収支・水収支観測圃場における短波および長波放射量の個別測定に基づく放射4成分収支の評価. 筑波大学陸域環境研究センター報告, **3**, 1-10.
- 新村典子・飯田真一・浅沼 順 (2002) : 熱収支・水収支観測圃場に設置した4成分放射計の概要について. 筑波大学陸域環境研究センター報告, **3**, 11-16.

- 北村彩子・泉 岳樹・松山 洋 (2003) : 筑波大学陸域環境研究センターにおける地表面熱収支の日変化とリモートセンシングへの応用. 筑波大学陸域環境研究センター報告, **4**, 31-40.
- 齊藤 誠・浅沼 順 (2004) : 陸域環境研究センター熱収支・水収支観測圃場におけるフラックスデータのシステム間比較と信頼性. 筑波大学陸域環境研究センター報告, **5**, 87-97.
- 井岡聖一郎・野原大輔・田中 正・浅沼 順・山中 勤 (2004) : 陸域環境研究センターにおける地下水位長期観測データについて. 筑波大学陸域環境研究センター報告, **5**, 99-101.
- 齊藤 誠・山中 勤 (2005) : ウェイングライシメータによる蒸発散量長期観測データの解析とクオリティコントロール. 筑波大学陸域環境研究センター報告, **6**, 53-62.

5. 熱収支・水収支関連調査

- 古藤田一雄 (1978) : 接地境界層における顕熱輸送について. 筑波大学水理実験センター報告, **2**, 17-24.
- 甲斐憲次 (1978) : 気象観測塔における乱流変動量の観測とデータ処理について. 筑波大学水理実験センター報告, **2**, 25-36.
- 古藤田一雄 (1979) : 植葉面における風速分布のパラメーターについて. 筑波大学水理実験センター報告, **3**, 17-24.
- 林 陽生 (1979) : 牧草上における地面修正量と粗度長について. 筑波大学水理実験センター報告, **3**, 25-31.
- 佐倉保夫 (1979) : 浸透過程の地中温度変化から推察される土壤水分移動について. 筑波大学水理実験センター報告, **3**, 33-38.
- 林 陽生・古藤田一雄 (1979) : 接地層における気象要素垂直分布測定装置について. 筑波大学水理実験センター報告, **3**, 81-88.
- 佐倉保夫・古藤田一雄 (1979) : 水分・密度自動計測システムについて. 筑波大学水理実験センター報告, **3**, 89-93.
- 甲斐憲次 (1981) : 気象観測塔で測定された乱流特性について. 筑波大学水理実験センター報告, **5**, 25-33.
- 寄崎哲弘・田宮兵衛・甲斐憲次 (1982) : 寒候期, 気象観測塔で観測された接地逆転の特性. 筑波大学水理実験センター報告, **6**, 45-52.
- 中川慎治 (1982) : 蒸発散の概念とその適用性について. 筑波大学水理実験センター報告, **6**, 53-62.
- 中川慎治 (1983) : 平衡蒸発モデルによる蒸発散量推定の可能性. 筑波大学水理実験センター報告, **7**, 17-26.
- 寄崎哲弘・甲斐憲次 (1983) : 接地層の2高度で測定された乱流特性について. 筑波大学水理実験センター報告, **7**, 47-61.
- 林 陽生 (1984) : 牧草群落上の気流の風向変動. 筑波大学水理実験センター報告, **8**, 67-73.
- 吉野正敏・古藤田一雄・中川慎治・山下孔二 (1984) : 熱・水収支部門における研究 (1977・1983年度). 筑波大学水理実験センター報告, **8**, 171-177.
- 鳥谷 均・吉野正敏 (1985) : 夜間, 接地気層における気温の時間変化と熱収支との関係について. 筑波大学水理実験センター報告, **9**, 103-107.
- 山下孔二 (1985) : 水理実験センター圃場における浅層地温の垂直温度勾配. 筑波大学水理実験センター報告, **9**, 109-114.
- 鳥谷 均・吉野正敏 (1986) : 夜間の冷却過程における地表面付近の気温変化と熱収支との関係について. 筑波大学水理実験センター報告, **10**, 39-45.
- 鳥谷 均・吉野正敏 (1987) : 筑波の風とその季節変化 -水理実験センターの観測記録から-. 筑波大学水理実験センター報告, **11**, 63-68.

- 中島 誠・古藤田一雄 (1988) : 赤外線ガス分析計を用いた水蒸気輸送量の直接測定. 筑波大学水理実験センター報告, **12**, 11-20.
- 谷口真人 (1990) : 牧草地およびアカマツ林における地下水涵養量と地温分布. 筑波大学水理実験センター報告, **14**, 69-74.
- 嶋田 純・谷口真人・川村隆一 (1990) : 筑波台地における地下水涵養の実態. 筑波大学水理実験センター報告, **14**, 75-79.
- 嶋田 純・川村隆一・谷口真人・辻村真貴 (1992) : ヒートプローブ式土壌水分計による圃場内土壌水分変化の観測. 筑波大学水理実験センター報告, **16**, 45-53.
- 板寺一洋・嶋田 純 (1992) : 水理実験センター圃場における表面流出の評価について. 筑波大学水理実験センター報告, **16**, 55-61.
- 田 少奮・溝口恵美・安成哲三 (1993) : 水理実験センターにおける気温変動のスペクトル気候学. 筑波大学水理実験センター報告, **17**, 73-78.
- 濱田洋平・A.R.インドラ F.・田中 正 (1998) : 筑波大学水理実験センター内のアカマツ林および熱収支・水収支観測圃場における土壌の物理特性. 筑波大学水理実験センター報告, **23**, 1-10.
- 下田星児・李 勝功・及川武久 (2002) : 草原における群落表面温度と微気象要素の日変化. 筑波大学陸域環境研究センター報告, **3**, 111-114.
- 小谷亜由美・杉田倫明 (2003) : 陸域環境研究センター気象観測塔における広域 熱・水蒸気・CO₂ フラックスの測定. 筑波大学陸域環境研究センター報告, **4**, 103-108.
- 清水亮介・山中 勤 (2006) : 微気象学的スケールにおける大気水蒸気同位体組成の空間構造. 筑波大学陸域環境研究センター報告, **6**, 3-9.
- 花房龍男・青島 武・渡来 靖 (2006) : 超音波風速温度計と熱電対温度計による潜熱輸送量の簡単な評価方法. 筑波大学陸域環境研究センター報告, **6**, 11-15.
- 藪崎志徳・田瀬則雄・萩野谷成徳 (2006) : 陸域環境研究センターにおける蒸発散量推定法の検討. 筑波大学陸域環境研究センター報告, **6**, 45-51.

6. 植生関連調査

- 劉 厦・及川武久 (1993) : 水理実験センター草原生態系の現存量の種別の季節変化と環境条件. 筑波大学水理実験センター報告, **18**, 69-75.
- 赤沢孝之・及川武久 (1995) : 水理実験センター草原生態系における主要植物種の現存量の季節変化とその生態学的解析. 筑波大学水理実験センター報告, **20**, 69-77.
- 田中克季・及川武久 (1998) : 水理実験センター内円形圃場草原における C3・C4 植物の LAI の季節変化 (1996, 1997). 筑波大学水理実験センター報告, **23**, 87-89.
- 田中克季・及川武久 (1999) : C3/C4 植物が混生した水理実験センター内円形草原圃場におけるバイオマスと LAI の季節変化特性. 筑波大学水理実験センター報告, **24**, 121-124.
- 西田顕郎・樋口篤志 (2001) : リモートセンシング実験でみられた水理実験センターの圃場の草地植生の季節変化. 筑波大学陸域環境研究センター報告, **1**, 1-10.
- 横山智子・及川武久 (2001) : 水理実験センター圃場における 1999 年の C3/C4 混生草原の LAI とバイオマスの季節変化. 筑波大学陸域環境研究センター報告, **1**, 67-71.
- 李 勝功・及川武久 (2001) : C3/C4 混生草原における CO₂ フラックスの日変化. 筑波大学陸域環境研究センター報告, **1**, 73-75.

- 横山智子・及川武久（2002）：陸域環境研究センター圃場における 2000 年の C3/C4 混生草原の LAI とバイオマスの季節変化. 筑波大学陸域環境研究センター報告, **2**, 37-39.
- 井柵史彦・莫 文紅・加藤美恵子・及川武久（2003）：陸域環境研究センター圃場における 2001 年の C3/C4 混生草原の LAI と地上部バイオマスの季節変化. 筑波大学陸域環境研究センター報告, **3**, 17-25.
- 李 載錫・李 吉宰・及川武久（2002）：パラグライダーから撮影した写真に基づく草原群落の種組成解析とバイオマスとリター量の推定について. 筑波大学陸域環境研究センター報告, **3**, 27-33.
- 下田星児・莫 文紅・村山昌平・高村近子・及川武久（2003）：大気炭素安定同位体比による C3/C4 混生草原生態系 CO₂ 交換特性の解析. 筑波大学陸域環境研究センター報告, **4**, 11-17.
- 濱田洋平・田中 正（2003）：筑波台地における土壌中の有機物および二酸化炭素の炭素安定同位体比. 筑波大学陸域環境研究センター報告, **4**, 19-30.
- 莫 文紅・井柵史彦・横山智子・及川武久（2003）：陸域環境研究センター圃場における 2002 年の C3/C4 混生草原の LAI と地上部バイオマスの季節変化. 筑波大学陸域環境研究センター報告, **4**, 109-117.
- 劉 建軍・莫 文紅・及川武久（2004）：陸域環境研究センター圃場における C3/C4 混生草原の地下部バイオマスと成長量の季節変化. 筑波大学陸域環境研究センター報告, **5**, 13-20.
- 下田星児・莫 文紅・村山 昌平・及川武久（2004）：渦相関法と大気炭素安定同位体手法による夜間生態系呼吸量の細分化. 筑波大学陸域環境研究センター報告, **5**, 21-28.
- 李 載錫・及川武久（2004）：草原群落の遷移段階による土壌有機物蓄積量の違いについて. 筑波大学陸域環境研究センター報告, **5**, 115-118.
- 横山智子・莫 文紅・及川武久（2004）：陸域環境研究センター圃場における 2003 年の C3/C4 混生草原の LAI と地上部バイオマスの季節変化. 筑波大学陸域環境研究センター報告, **5**, 119-127.