

降雨に伴う

地下水位変動と土壌水分動態

2003.10.31 於：九州大学

宮崎大学農学部

山村善洋

研究の目的と背景

- 地下水位について
- 地下水位は低下している？
- 地下水位の変動はどの範囲で？
- メロン栽培ハウスの水源が地下水！
- **地下水位変動調査** を実施
- 農業用水水源としての地下水利用がある
- しかも意外と多い(受益地面積:宮崎市の場合でも35%)
- 地下水位低下の実態と地下水利用の限界は？
- 地下水位低下に関連する環境変化
- **湿原・湿地帯の減少, 気象環境の変化**

研究の目的と背景

畑地灌漑計画設計基準における

土壌水分減少法と

地下水位との関連について

消費水量を推定するための

土壌水分減少量 とは？

重力降下水, 毛管上昇水

土壌水分動態の把握

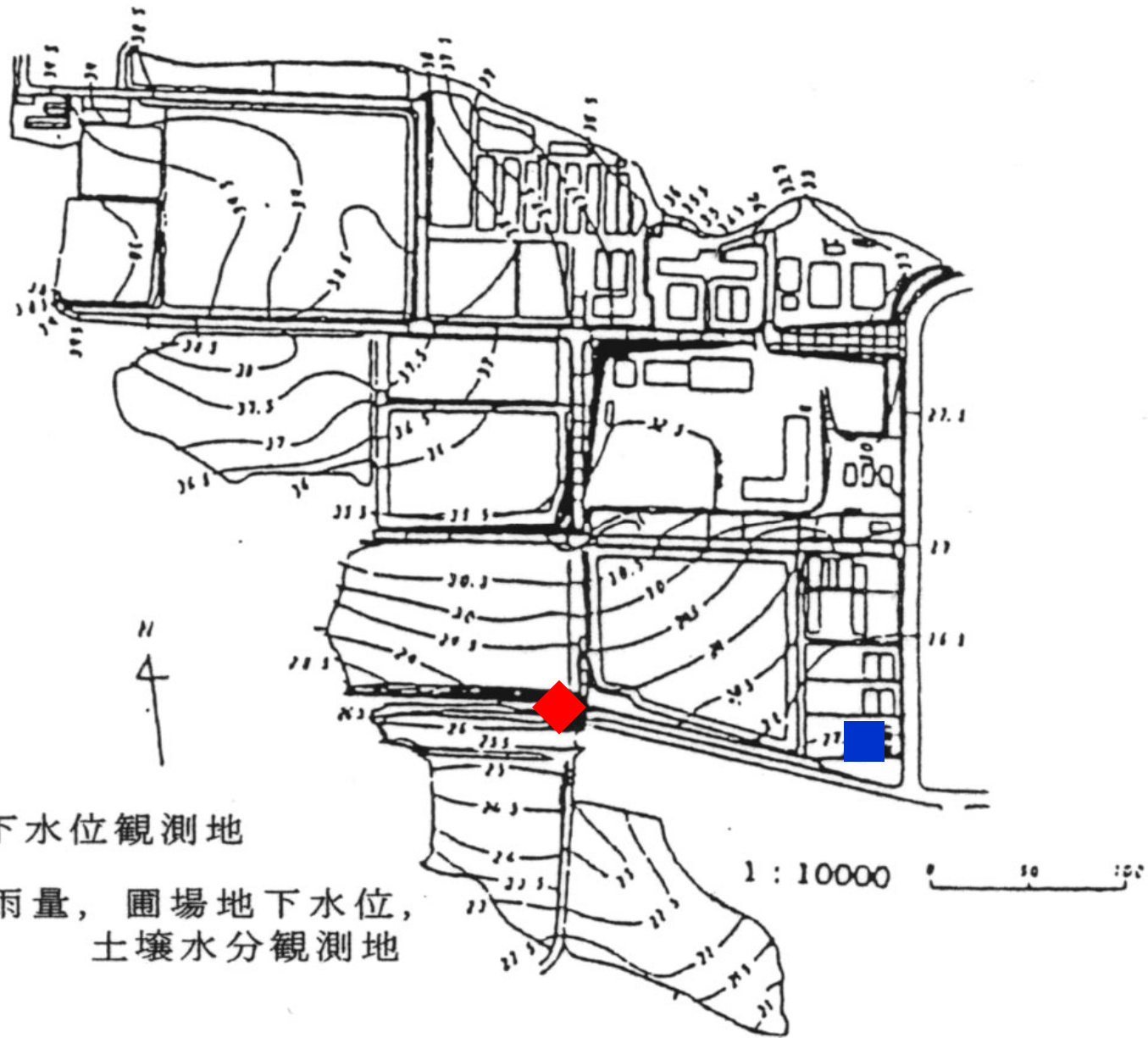
ゼロフラックスプレーンの位置(深さ)

地下水位の位置 による

旱魃発生 の予測



宮崎大学(木花キャンパス)全景



- ◆ 地下水位観測地
- 降雨量，圃場地下水位，
土壤水分観測地

井戸地下水・気象観測地点



気象観測露場（観測システム）



気象観測システム



フロート式井戸地下水位計

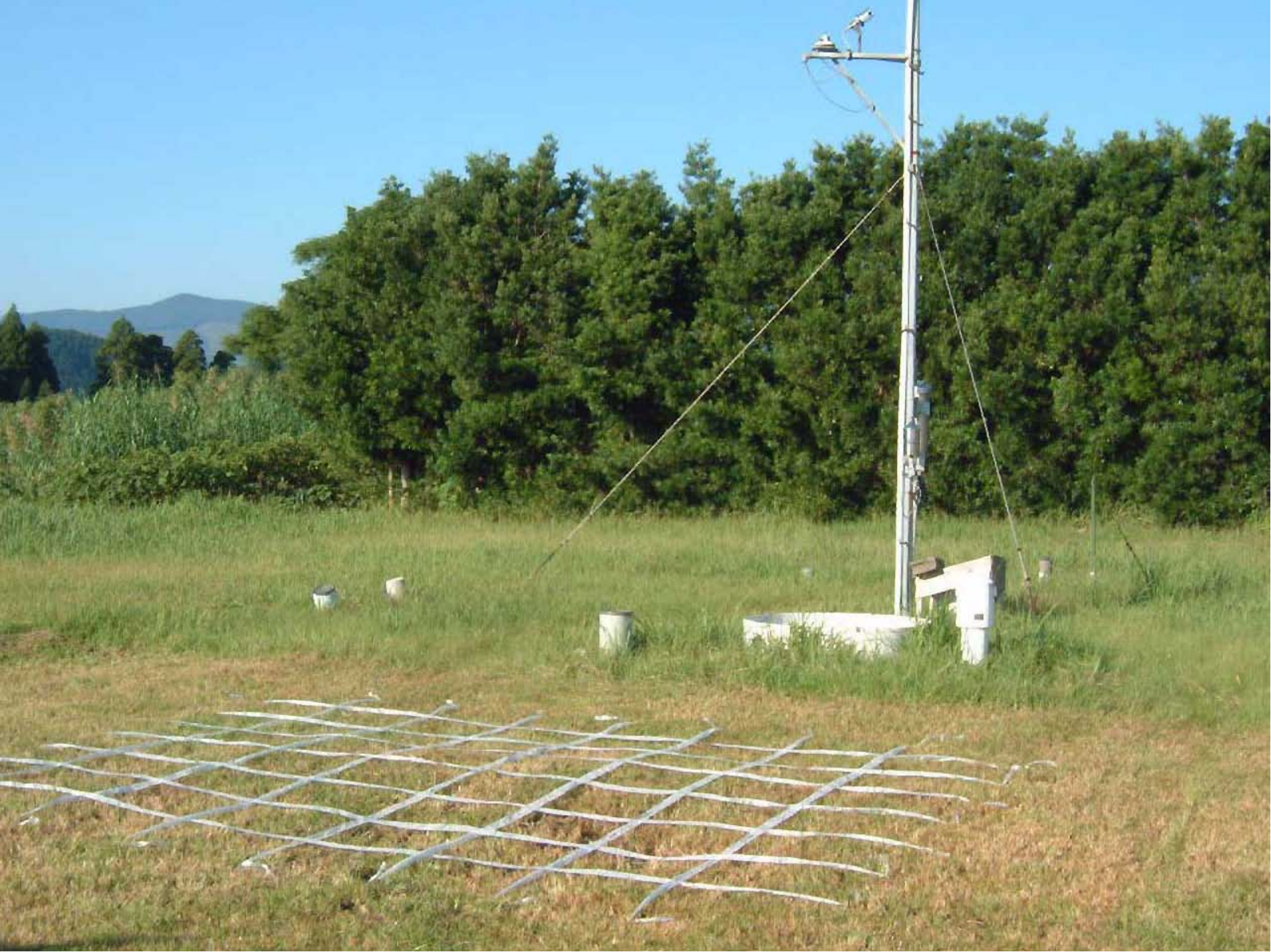














巻尺式ミリオン水位計



フィールドμ

観測項目，観測方法，観測期間

- 降雨量

気象観測システムの雨量計

1990年3月から1時間毎記録，2002年4月から1分毎記録

- 圃場地下水位

巻尺式ミリオン水位計

2000年11月から毎日正午に観測

フィールドμ

2002年6月から10分毎記録

- 井戸地下水位

フロート式地下水位計

1998年7月から1時間毎記録

測定項目概要

- **井戸地下水位**
1998年7月28日から1時間毎に測定
- **圃場地下水位**
2000年11月30日から1時間毎に測定
2002年6月1日から10分毎に収録
- **土壌水分ポテンシャル**
2001年9月15日から10cm深さを測定
2002年11月27日から10cm深さから100cm深さまでの
10cm毎を測定



デジタルハンディマノメータ

アナログハンディマノメータ

土壤水分の観測

測定項目概要

降雨量

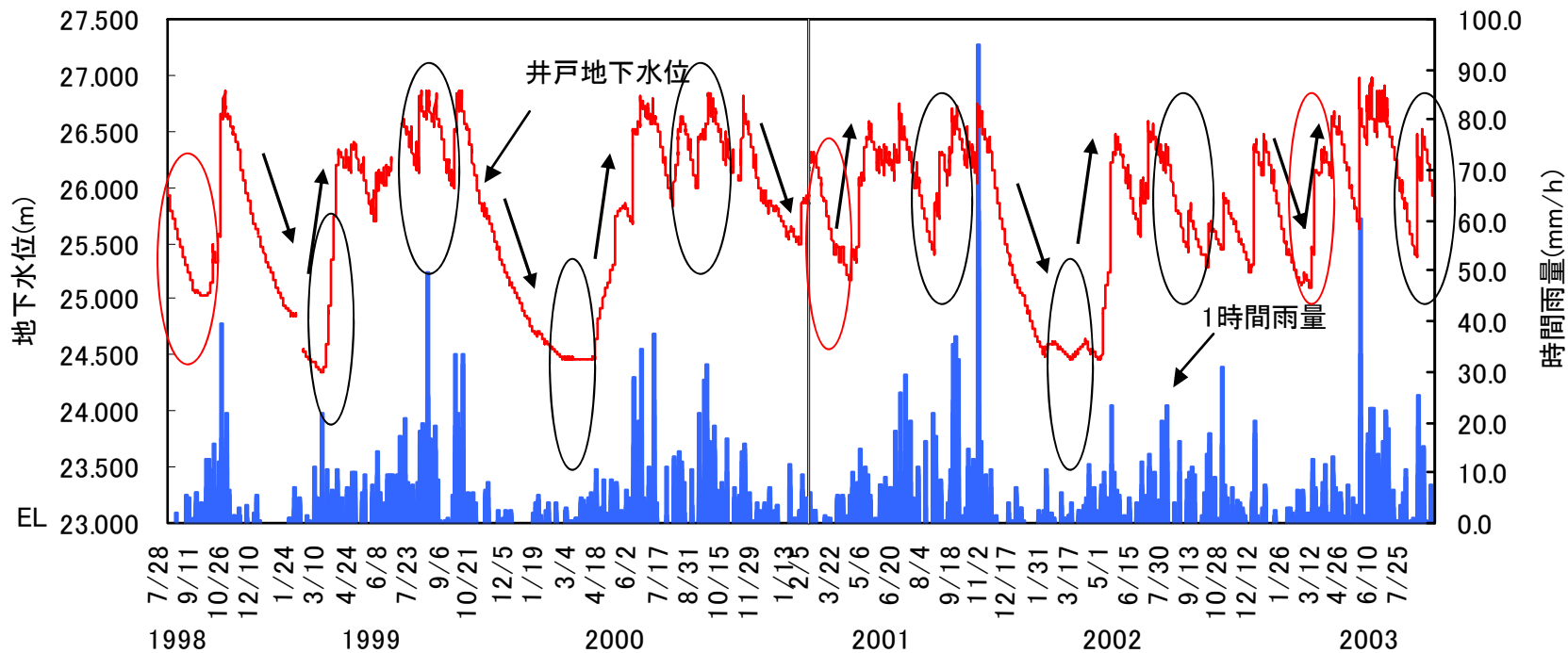
地中温度

(地表面下2, 5, 10, 20, 30, 50, 100cm)

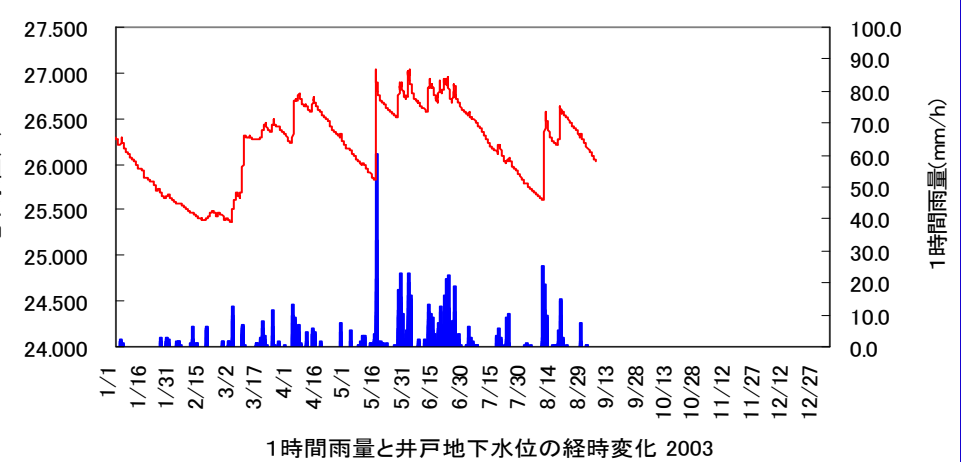
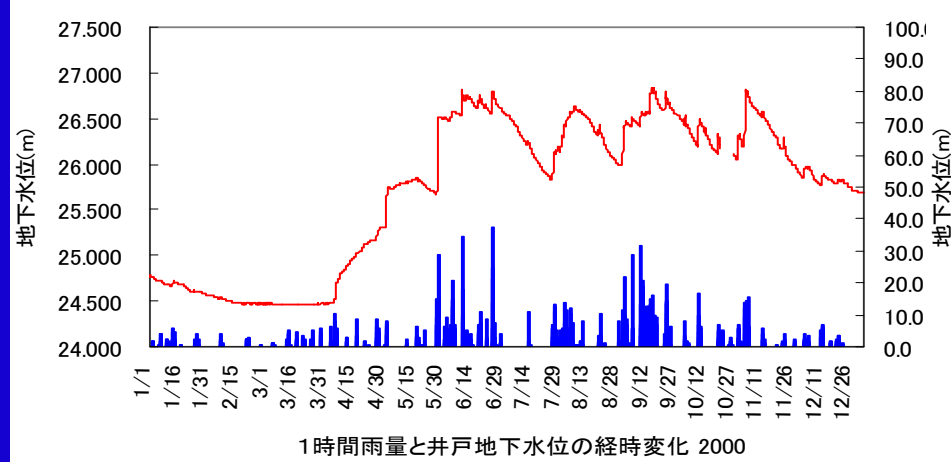
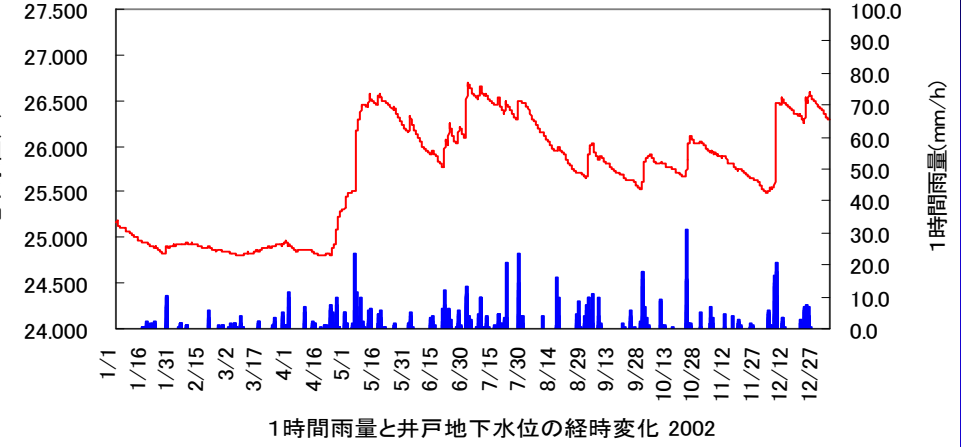
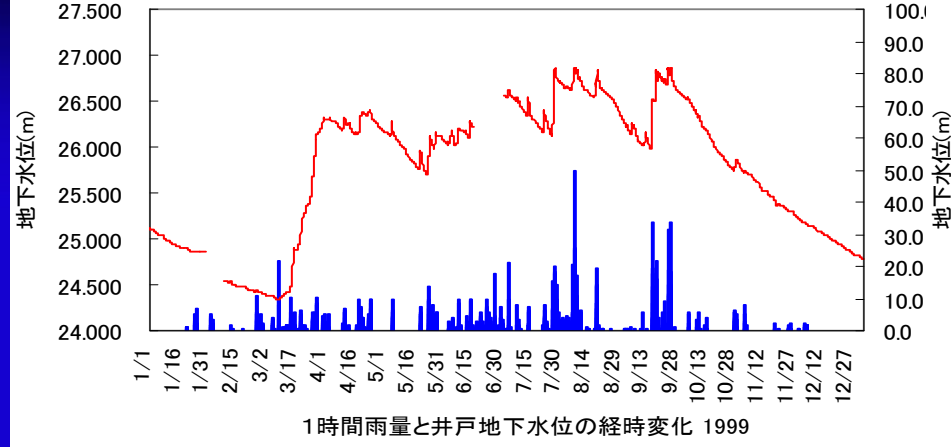
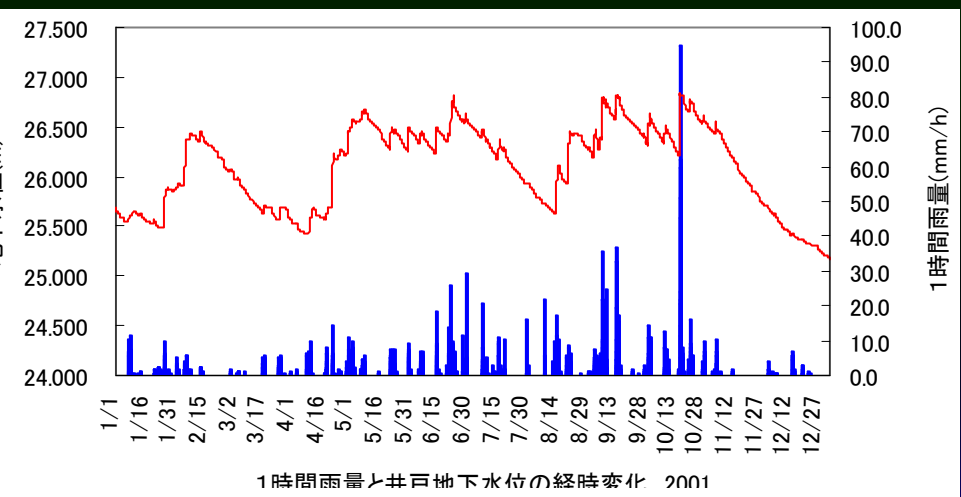
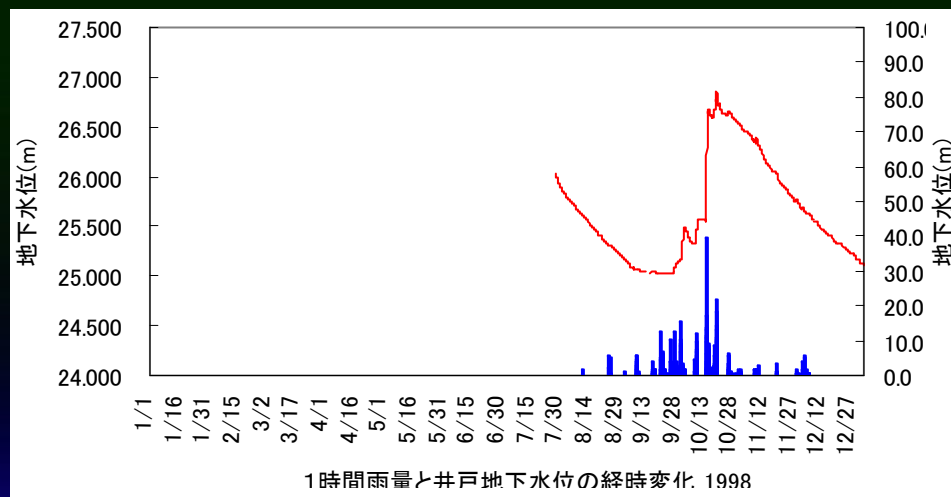
気象観測システム

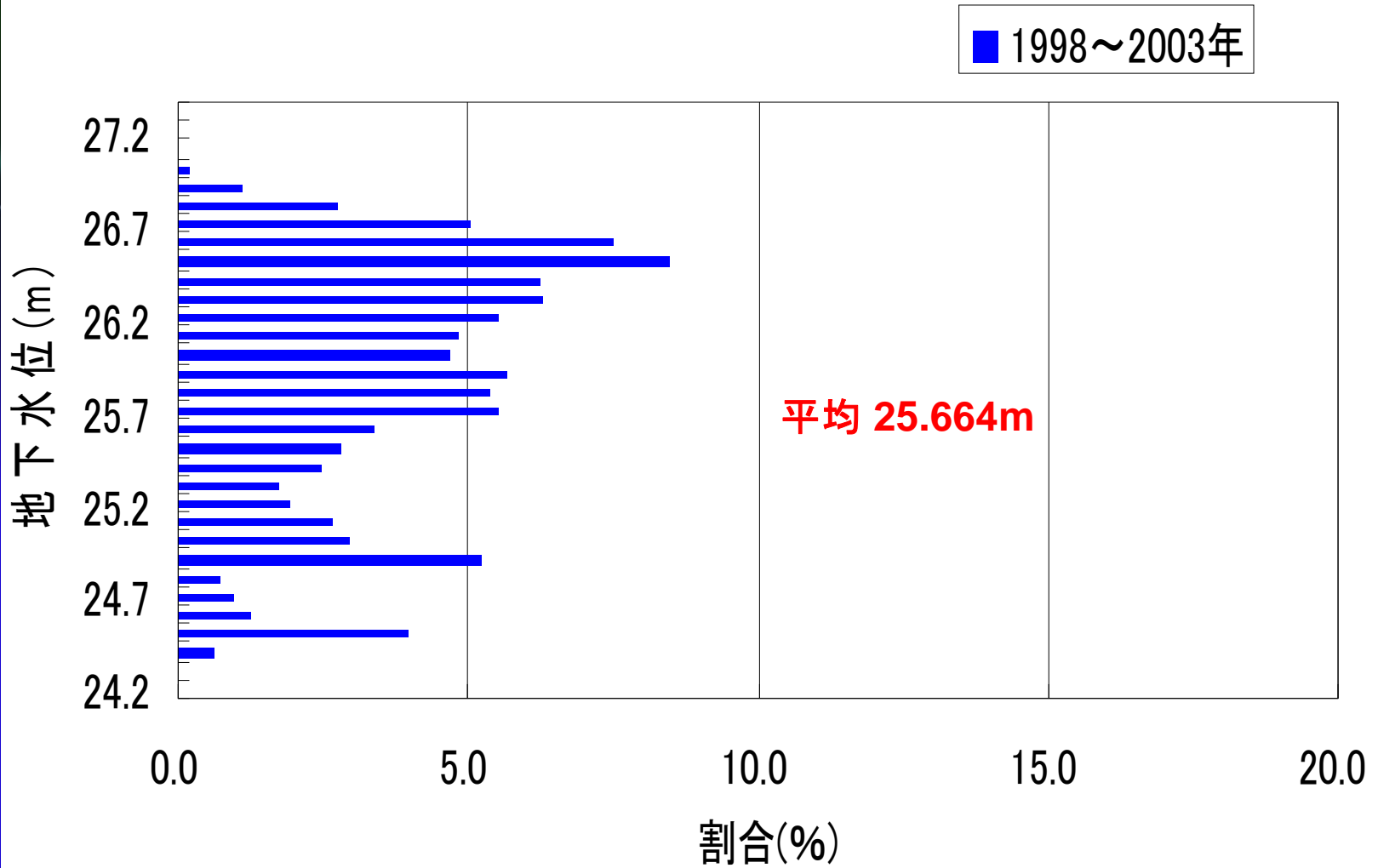
1990年3月から1時間毎収録,
併行して

2002年4月から1分毎収録

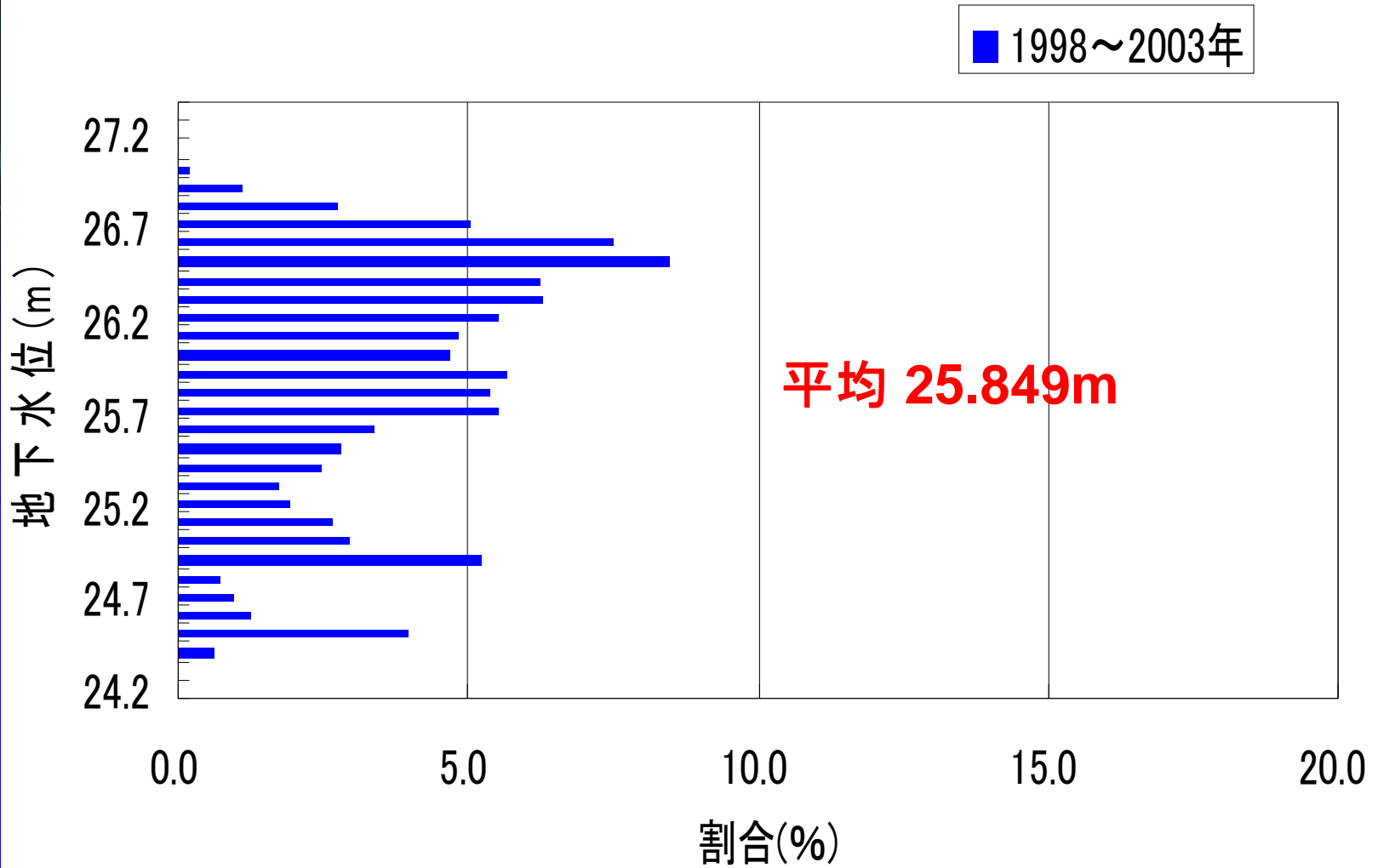


1時間雨量と井戸地下水位の経時変化
(1998.7~2003.9)

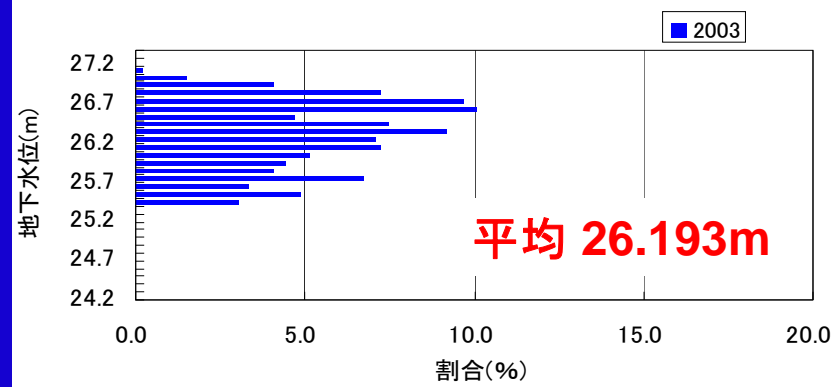
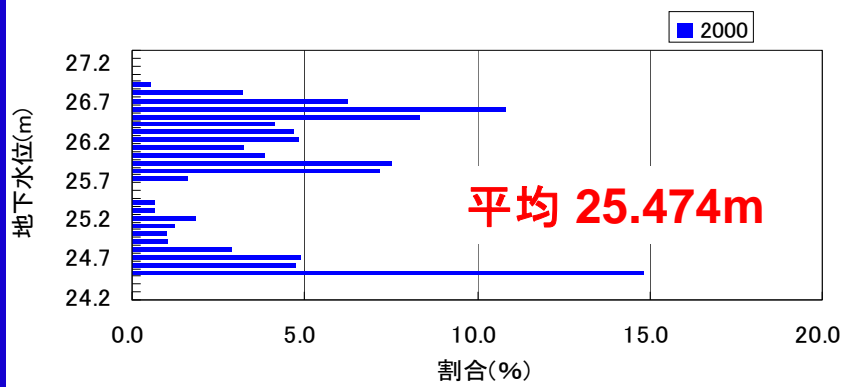
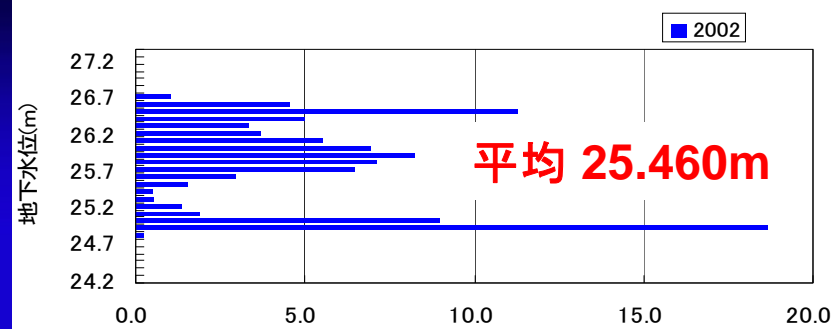
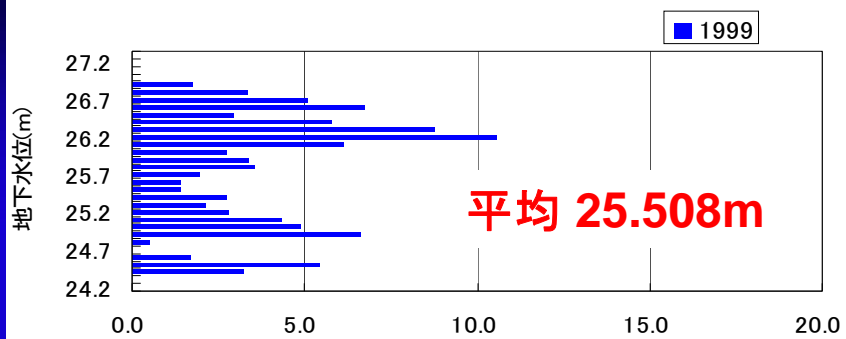
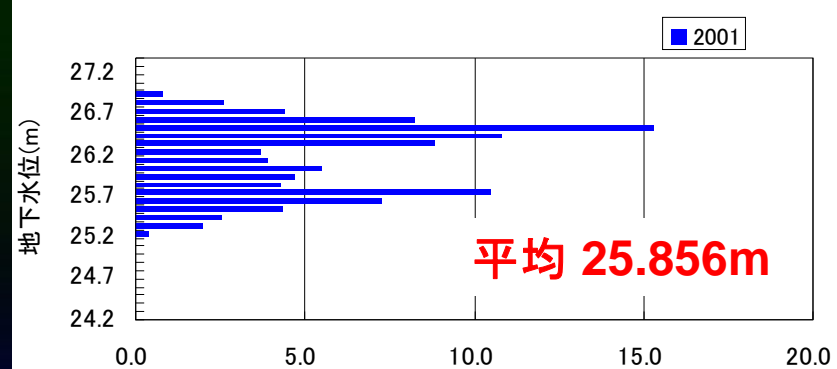
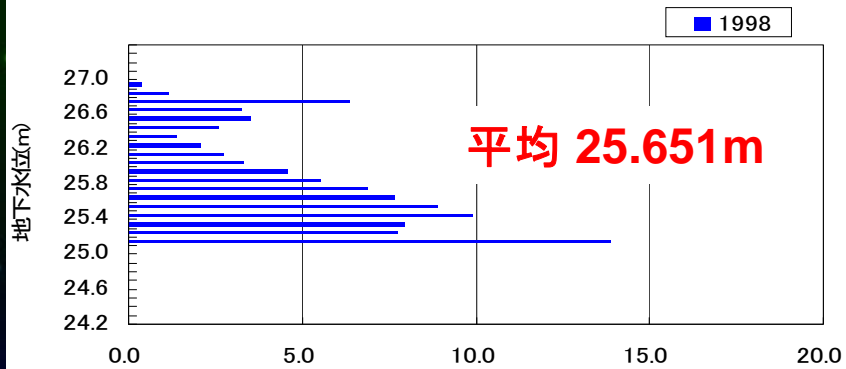


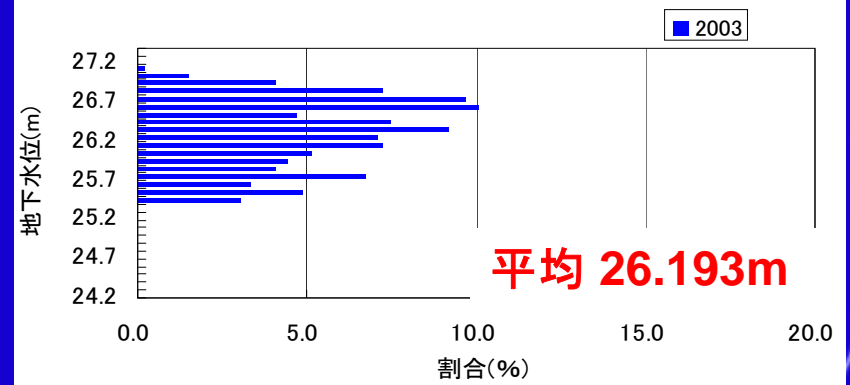
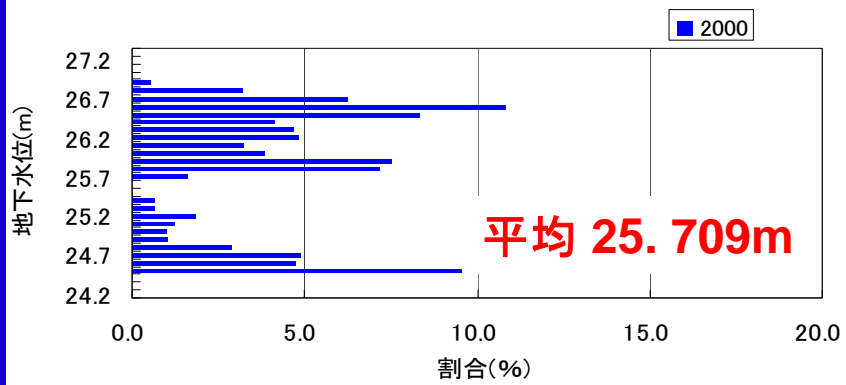
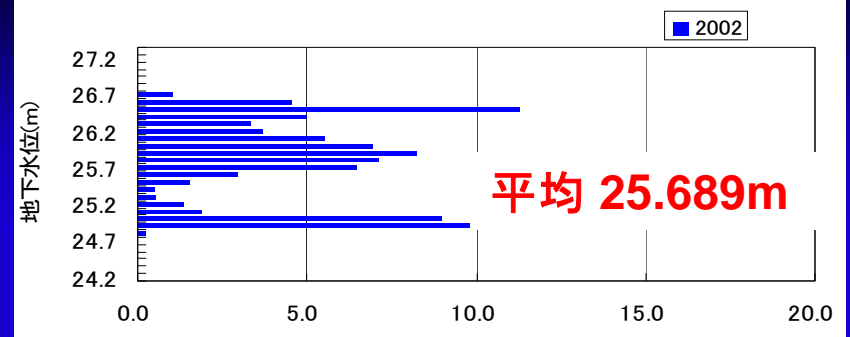
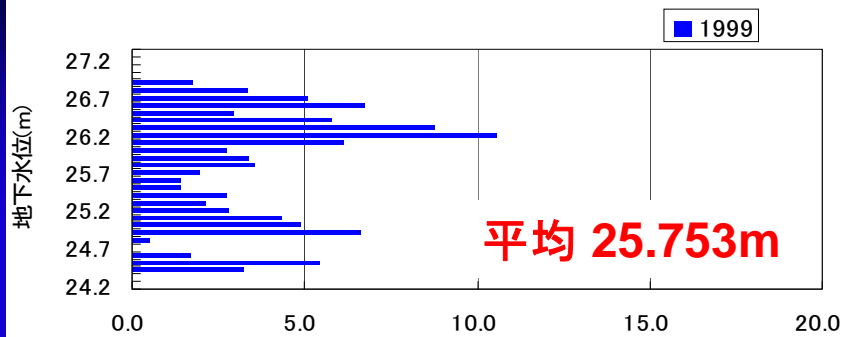
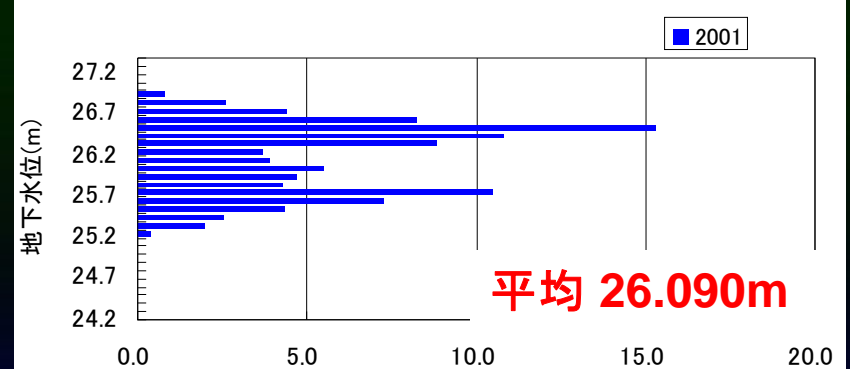
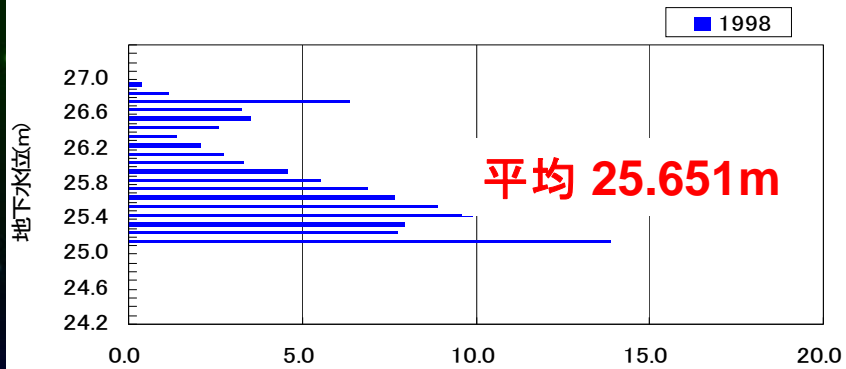


井戸地下水位1時間毎ヒストグラム
(1998.7~2003.8)



井戸地下水1時間毎ヒストグラム
(1998.7~2003.8) 平均値訂正済





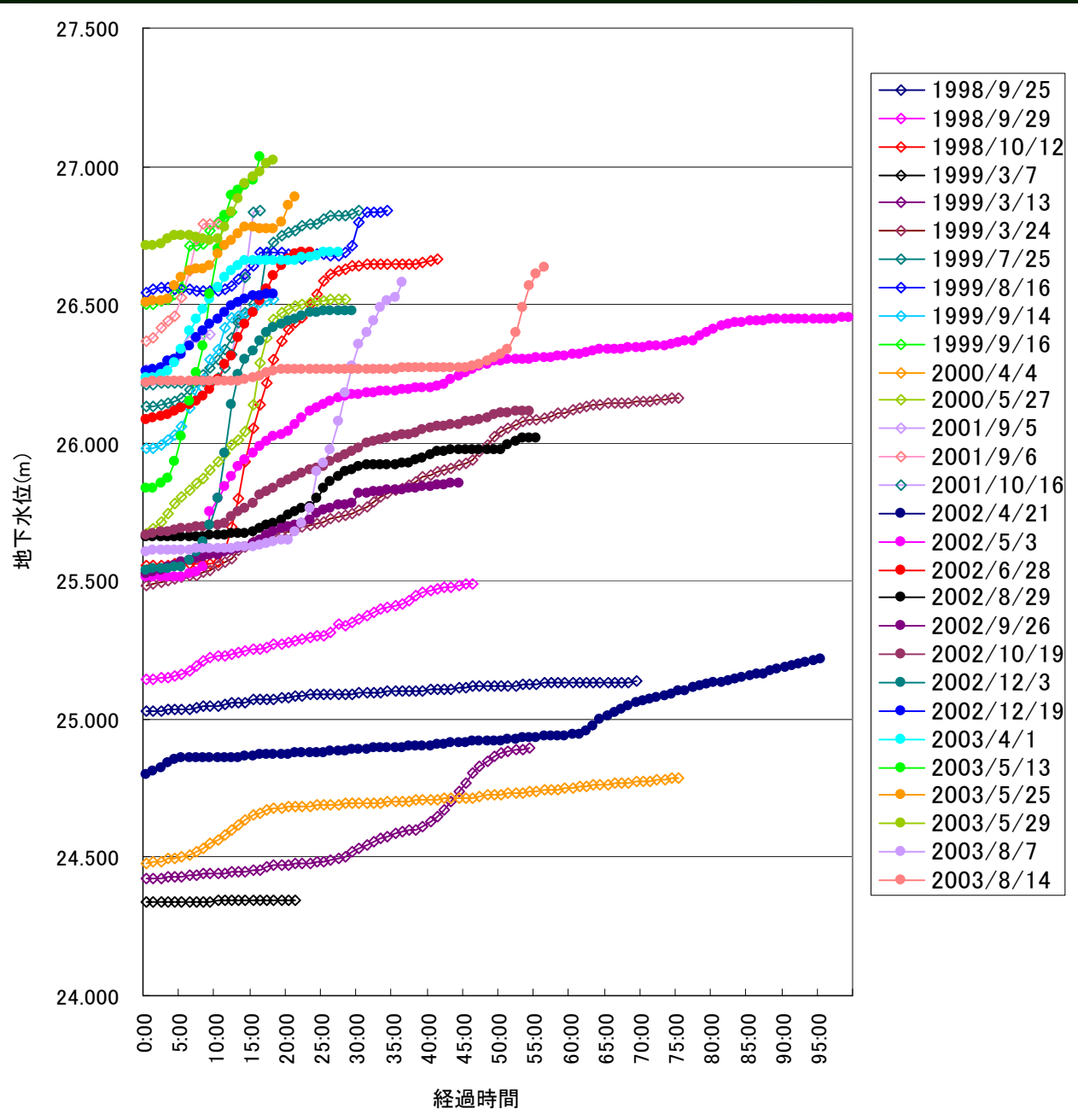
平均值訂正済

降雨量

| | 1998年 | 1999年 | 2000年 | 2001年 | 2002年 | 2003年 |
|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 1月 | 348.5 | 38.0 | 97.5 | 154.0 | 95.0 | 43.5 |
| 2月 | 340.5 | 76.0 | 55.0 | 14.0 | 44.0 | 86.0 |
| 3月 | 165.0 | 274.5 | 124.0 | 102.5 | 117.5 | 235.0 |
| 4月 | 207.6 | 259.0 | 244.0 | 298.0 | 185.0 | 294.5 |
| 5月 | 285.5 | 222.5 | 266.0 | 310.0 | 233.0 | 911.0 |
| 6月 | 636.0 | 388.5 | 583.5 | 434.0 | 306.5 | 778.0 |
| 7月 | 174.5 | 507.0 | 233.0 | 144.5 | 249.5 | 71.5 |
| 8月 | 16.5 | 556.0 | 313.0 | 275.0 | 175.5 | 276.5 |
| 9月 | 250.5 | 484.5 | 658.5 | 667.5 | 157.5 | 223.0 |
| 10月 | 529.0 | 90.5 | 261.0 | 680.5 | 148.0 | 0.0 |
| 11月 | 50.5 | 31.5 | 224.5 | 61.5 | 89.5 | 0.0 |
| 12月 | 7.0 | 18.5 | 107.5 | 54.5 | 260.5 | 0.0 |
| 年雨量 | 3011.1 | 2946.5 | 3167.5 | 3196.0 | 2061.5 | 2919.0 |

井戸地下水位

| | 1998年 | 1999年 | 2000年 | 2001年 | 2002年 | 2003年 |
|------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 年別平均 | 25.651 | 25.508 | 25.474 | 25.856 | 25.460 | 26.193 |
| 全体平均 | 25.664 | | | | | |



井戸地下水位上昇開始後の地下水位変動

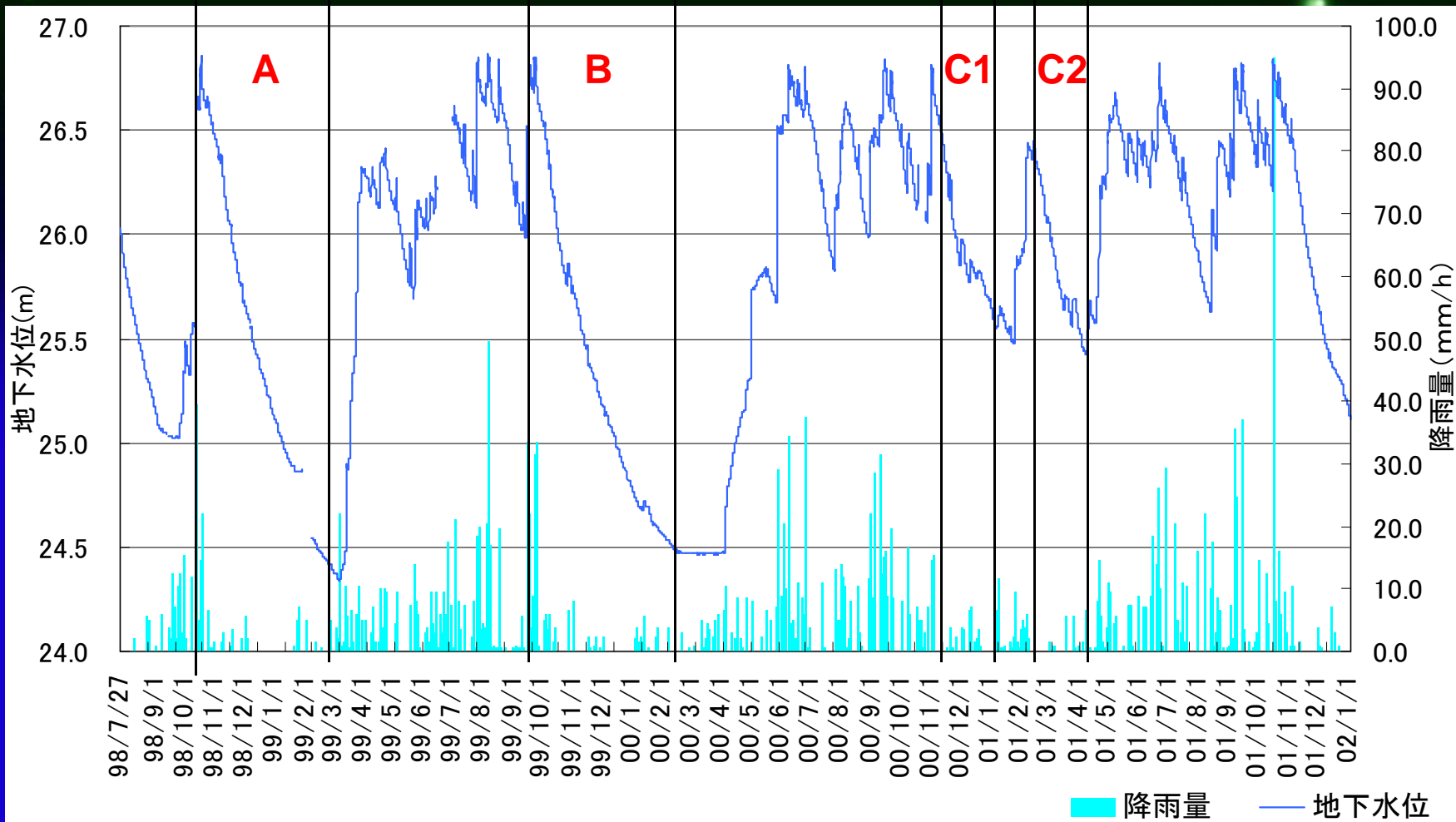
降雨量と井戸地下水上昇量との関係

| 地下水位↑ | 井戸水位↑ | 井戸水位↑ | 上昇高 | 累加雨量 | 上昇高÷累加雨量 |
|------------|--------|--------|-------|-------|----------|
| 1998. 9.25 | 25.028 | 25.139 | 0.111 | 31.5 | 3.52 |
| 1998. 9.29 | 25.142 | 25.490 | 0.348 | 76.5 | 4.55 |
| 1998.10.12 | 25.557 | 26.660 | 1.103 | 193.5 | 5.70 |
| 1999. 3. 7 | 24.337 | 24.425 | 0.088 | 58.0 | 1.52 |
| 1999. 3.13 | 24.425 | 24.895 | 0.470 | 92.5 | 5.08 |
| 1999. 3.24 | 25.479 | 26.160 | 0.681 | 72.0 | 9.46 |
| 1999. 7.25 | 26.130 | 26.842 | 0.712 | 220.0 | 3.24 |
| 1999. 8.16 | 26.541 | 26.840 | 0.299 | 104.5 | 2.86 |
| 1999. 9.14 | 25.982 | 26.519 | 0.537 | 141.0 | 3.81 |
| 1999. 9.16 | 26.501 | 26.835 | 0.334 | 50.5 | 6.61 |
| 2000. 4. 4 | 24.476 | 24.850 | 0.374 | 82.5 | 4.53 |
| 2000. 5.27 | 25.673 | 26.519 | 0.846 | 184.0 | 4.60 |
| 2001. 9. 5 | 26.270 | 26.392 | 0.122 | 24.5 | 4.98 |
| 2001. 9. 6 | 26.379 | 26.794 | 0.415 | 127.0 | 3.27 |
| 2001.10.15 | 26.215 | 26.837 | 0.622 | 315.0 | 1.97 |
| 2002. 4.21 | 24.821 | 25.300 | 0.479 | 97.5 | 4.91 |
| 2002. 5. 3 | 25.510 | 26.452 | 0.942 | 95.0 | 9.92 |
| 2002. 6.28 | 26.088 | 26.691 | 0.603 | 121.0 | 4.98 |
| 2002. 8.29 | 25.677 | 26.019 | 0.342 | 98.0 | 3.49 |
| 2002. 9.26 | 25.527 | 25.861 | 0.334 | 105.0 | 3.18 |
| 2002.10.19 | 25.667 | 26.115 | 0.448 | 103.5 | 4.33 |
| 2002.12. 3 | 25.541 | 26.476 | 0.935 | 128.0 | 7.30 |
| 2002.12.19 | 26.260 | 26.536 | 0.276 | 68.5 | 4.03 |
| 2003. 4. 1 | 26.236 | 26.719 | 0.483 | 115.0 | 4.20 |
| 2003. 5.13 | 25.839 | 27.031 | 1.192 | 298.0 | 4.00 |
| 2003. 5.25 | 26.509 | 26.890 | 0.381 | 137.0 | 2.78 |
| 2003. 5.29 | 26.713 | 27.020 | 0.307 | 126.5 | 2.43 |
| 2003. 8. 7 | 25.607 | 26.582 | 0.975 | 166.5 | 5.86 |
| 2003. 8.14 | 26.220 | 26.635 | 0.415 | 80.5 | 5.16 |

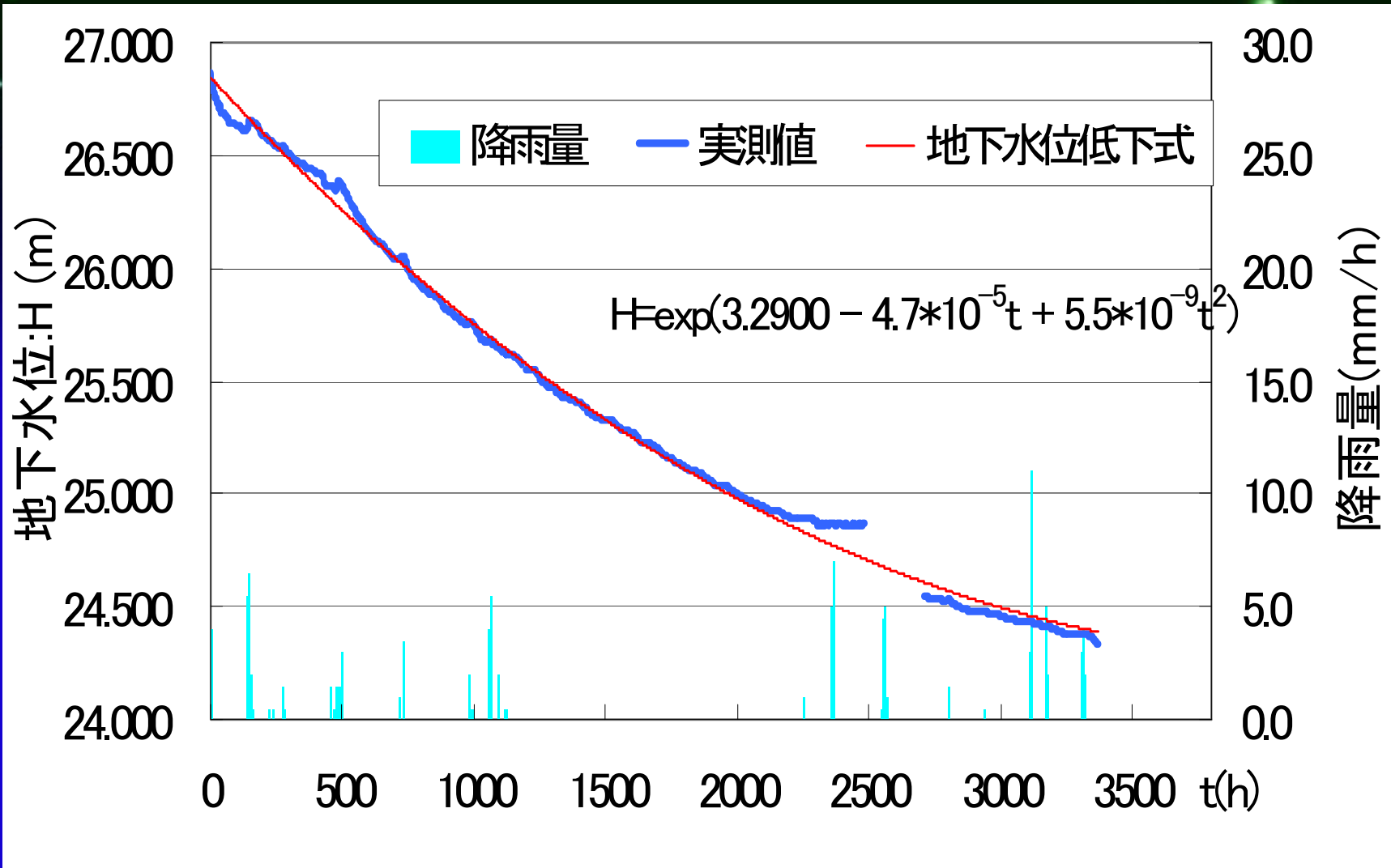
区間A

区間B

区間C1 C2

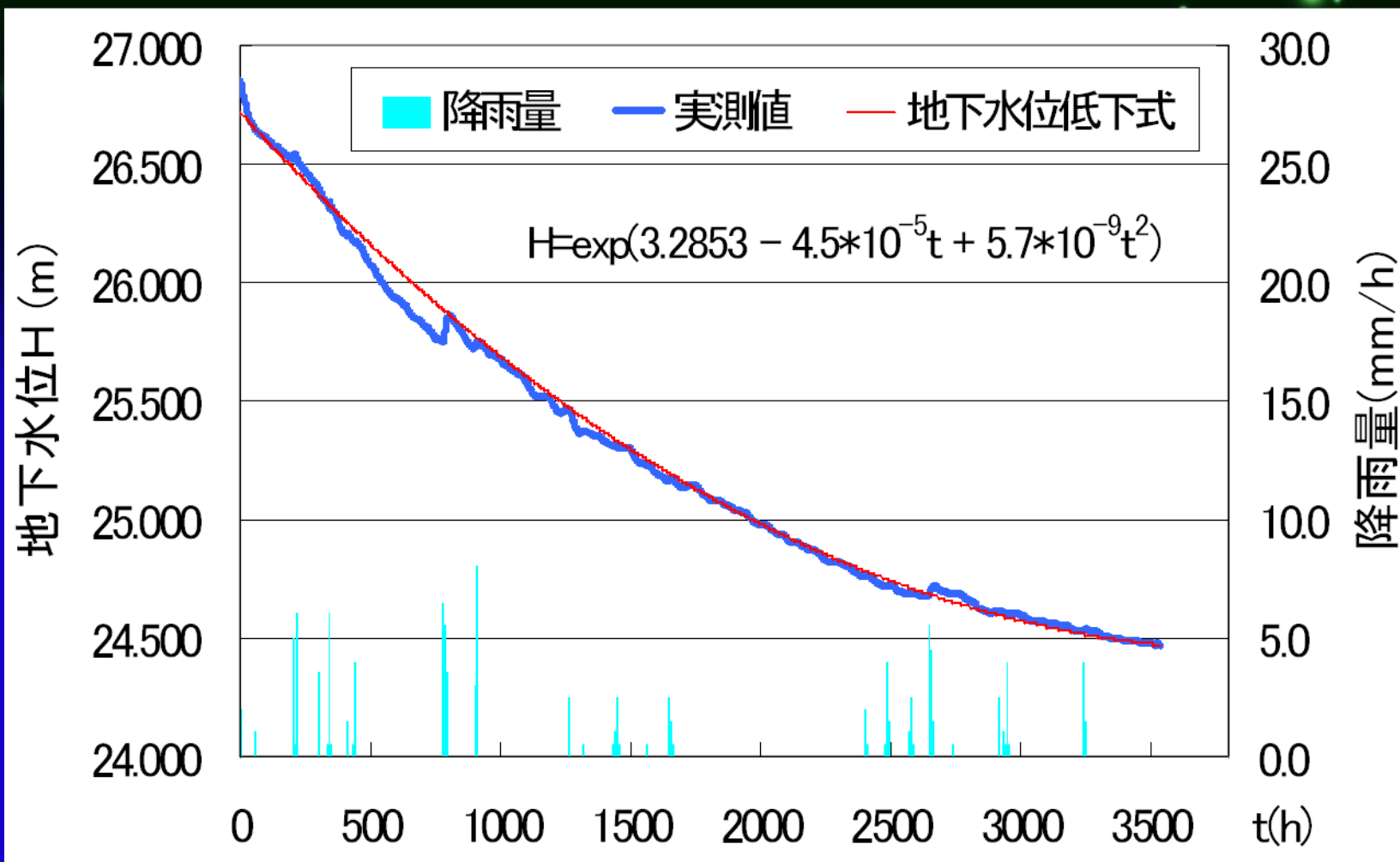


井戸地下水位と降雨量の経時変化

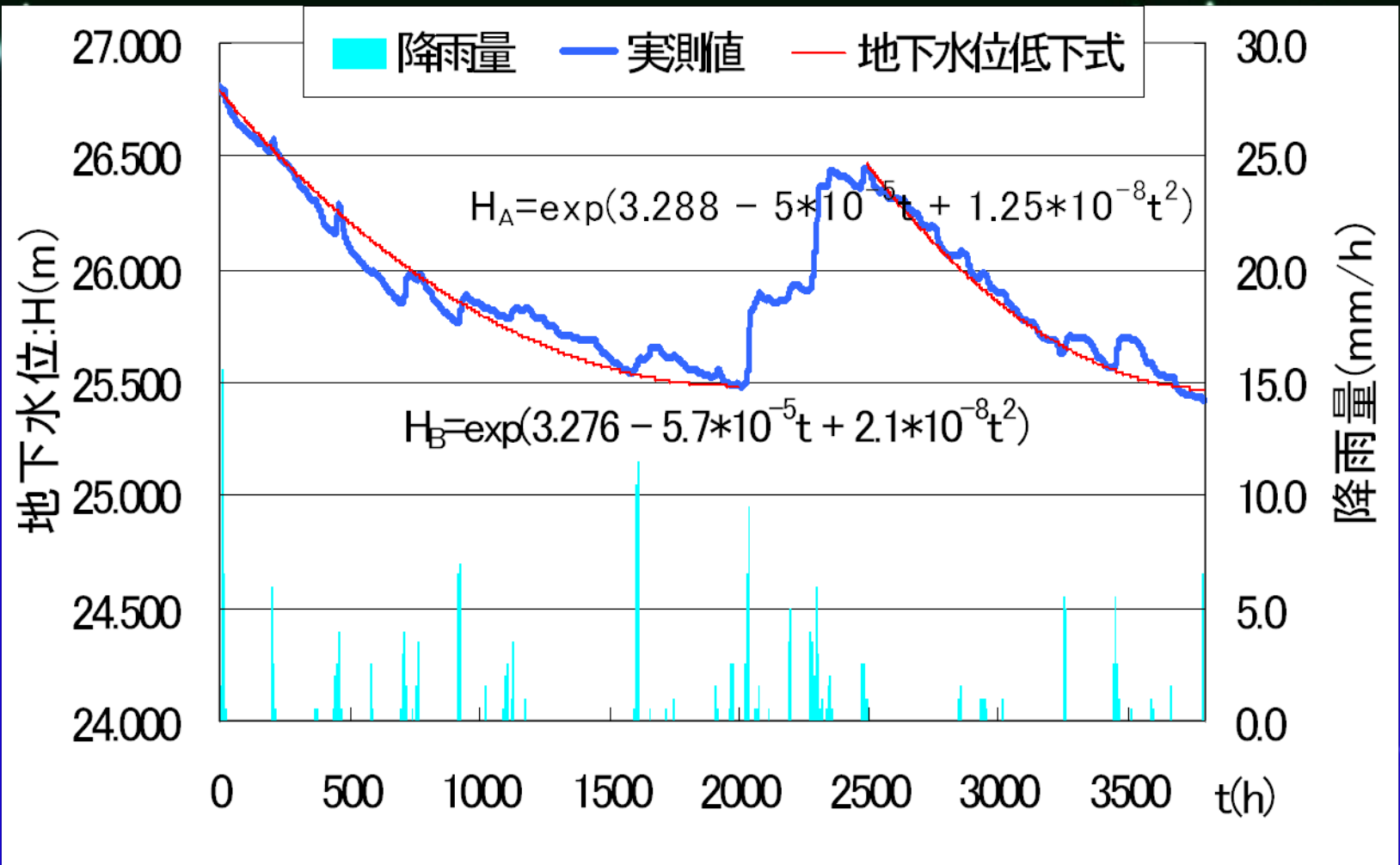


井戸地下水位低下式

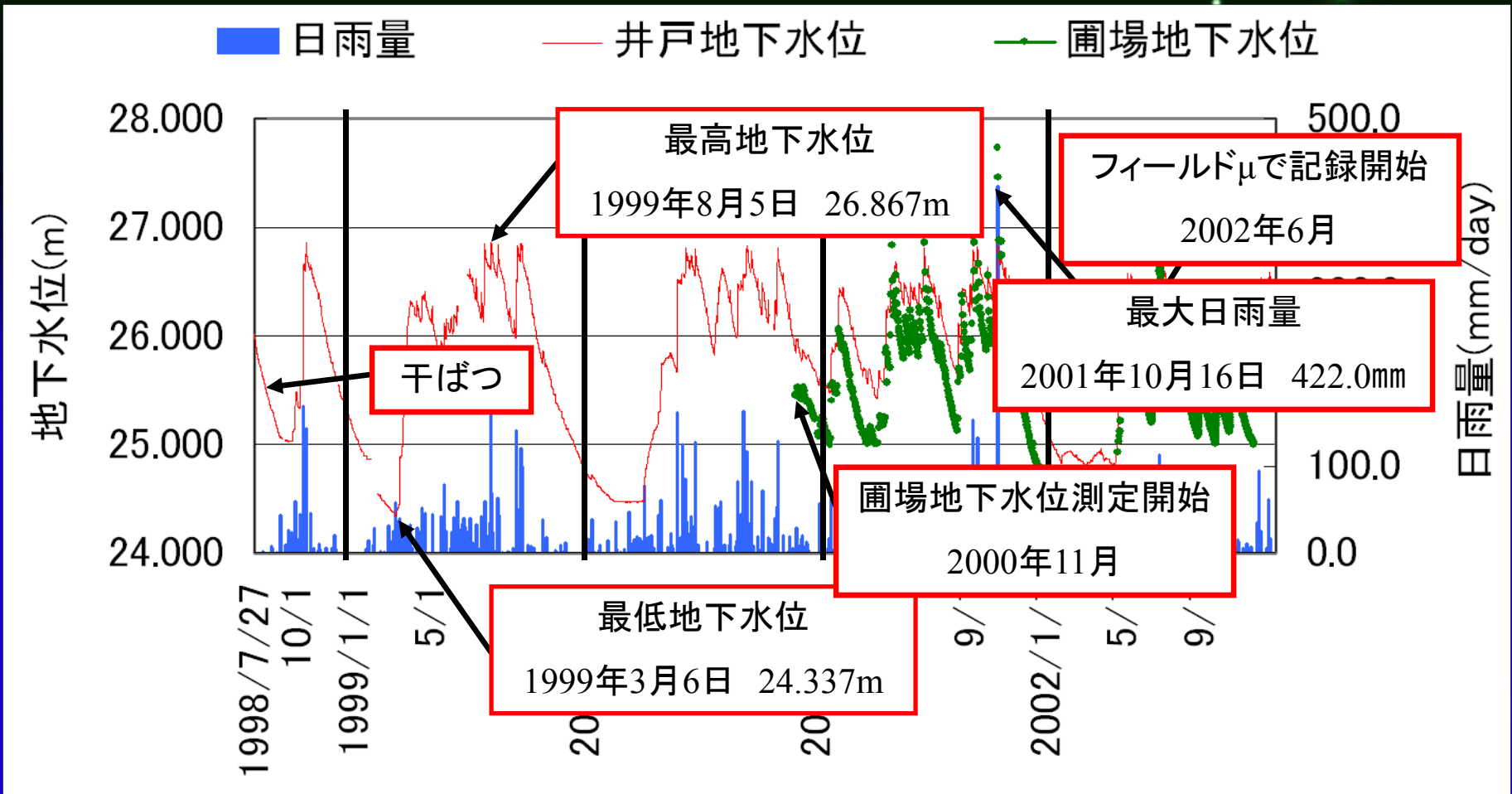
区間A



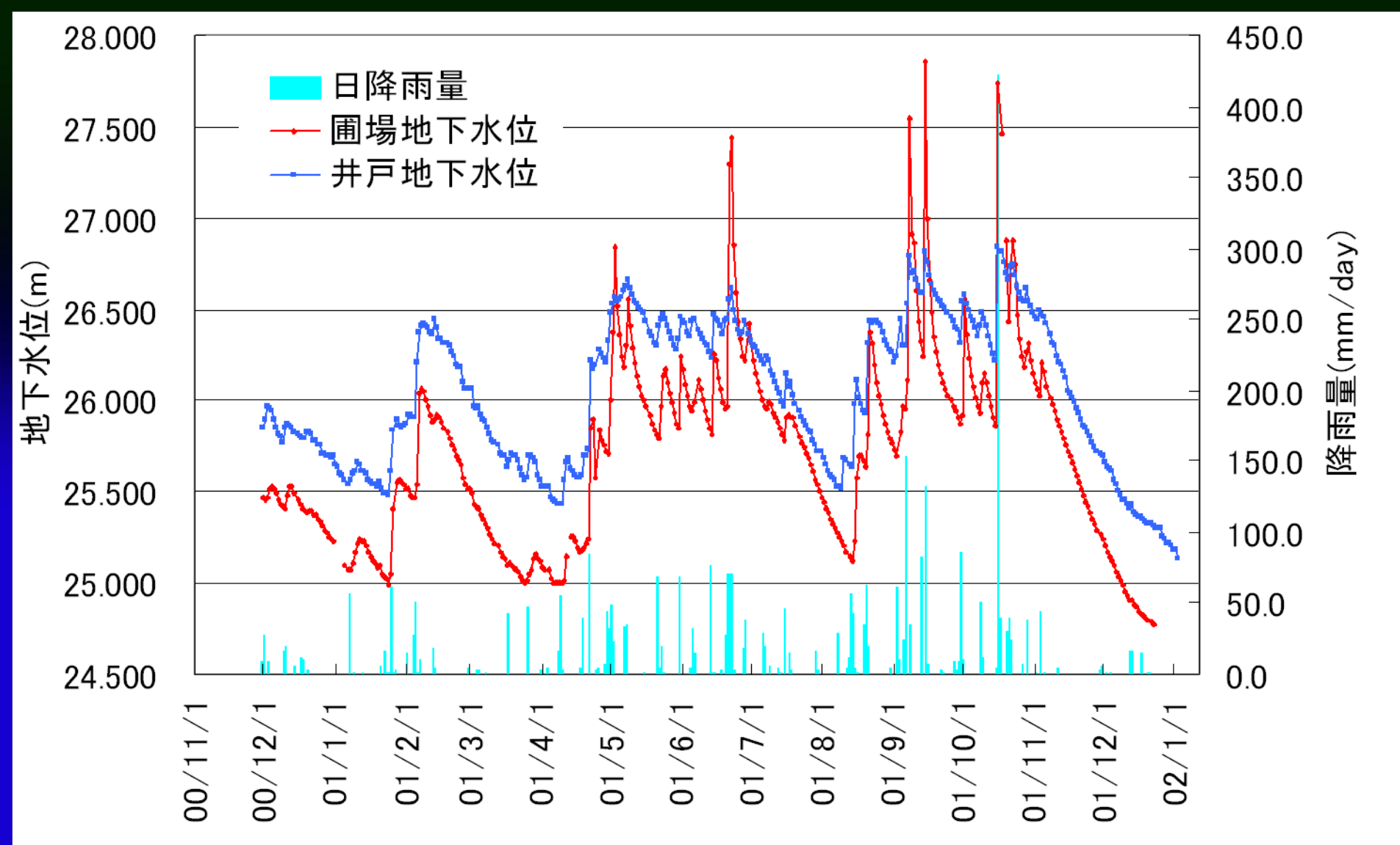
井戸地下水位低下式 区間B



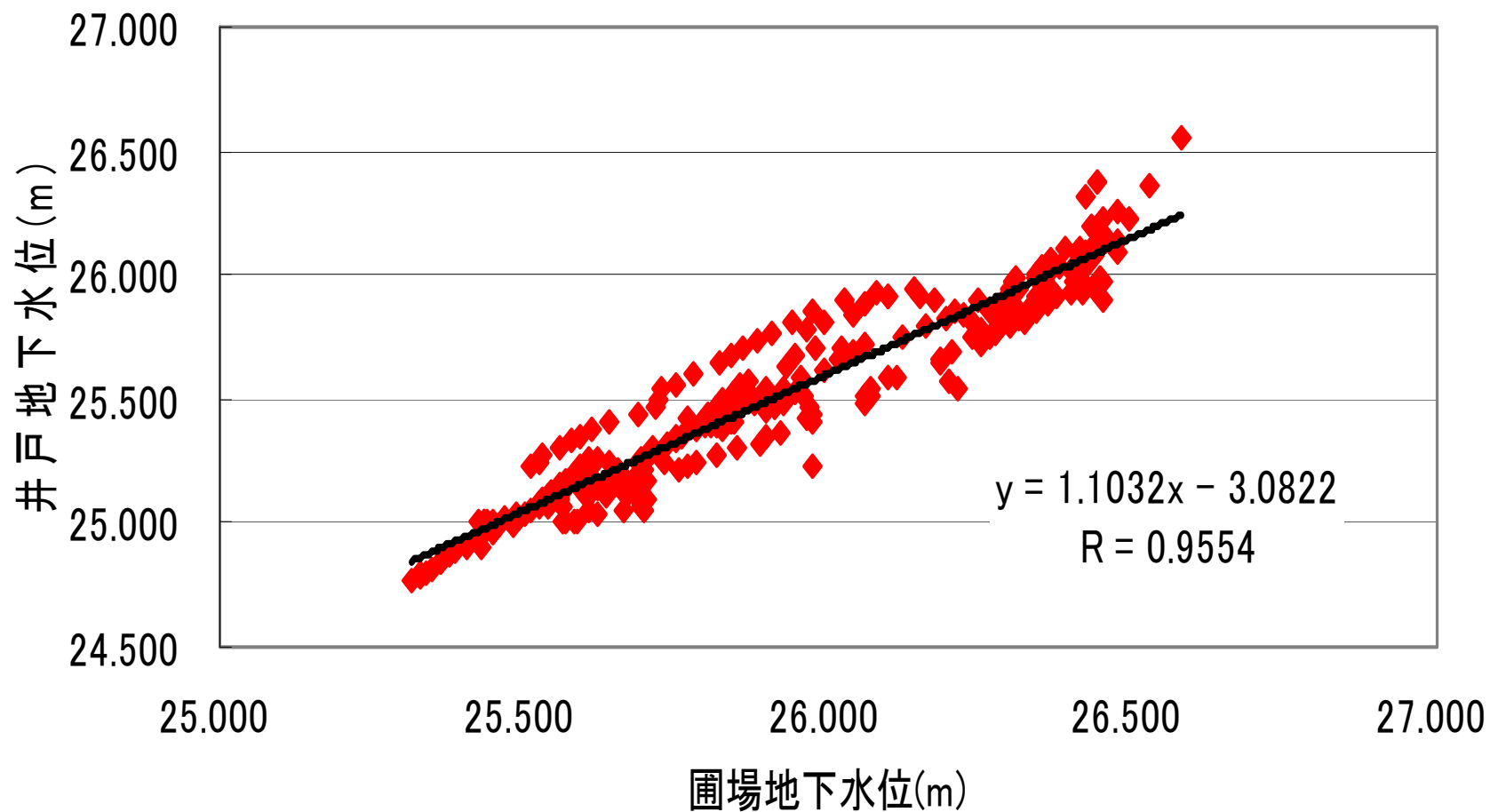
井戸地下水位低下式 区間C1 C2



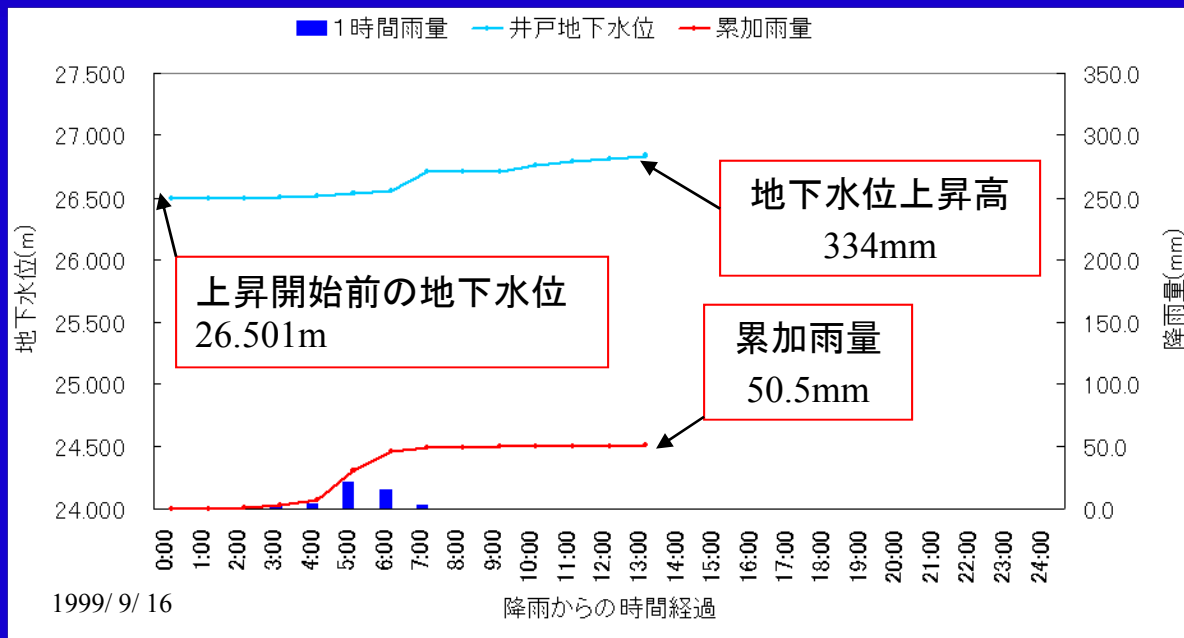
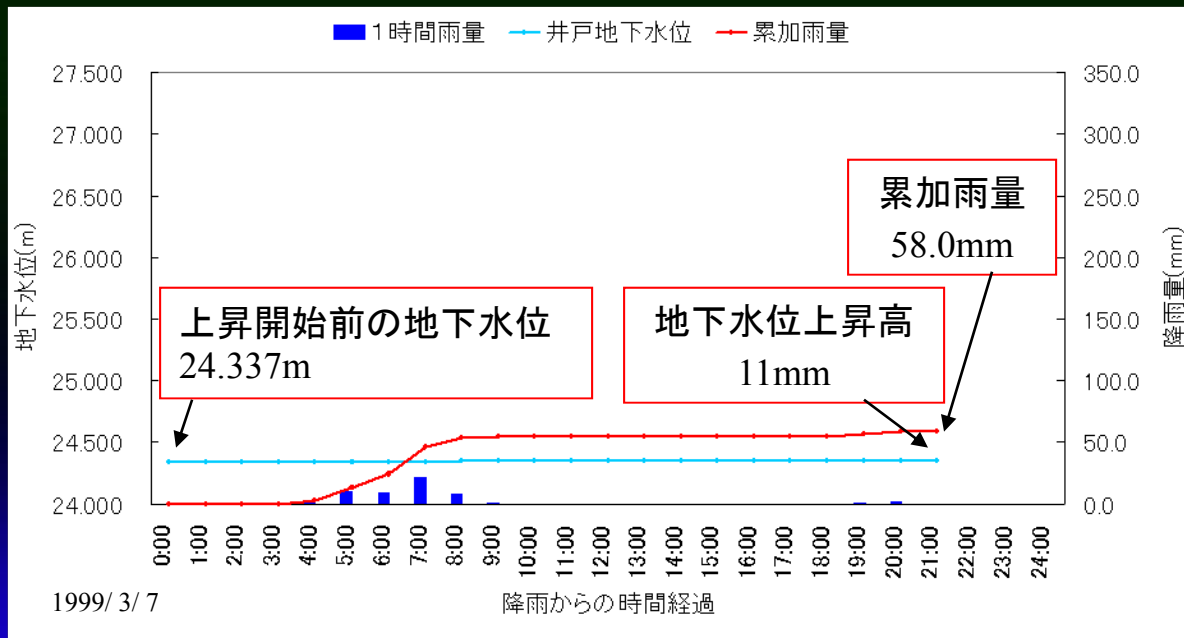
日雨量と井戸地下水位および圃場地下水位の変動



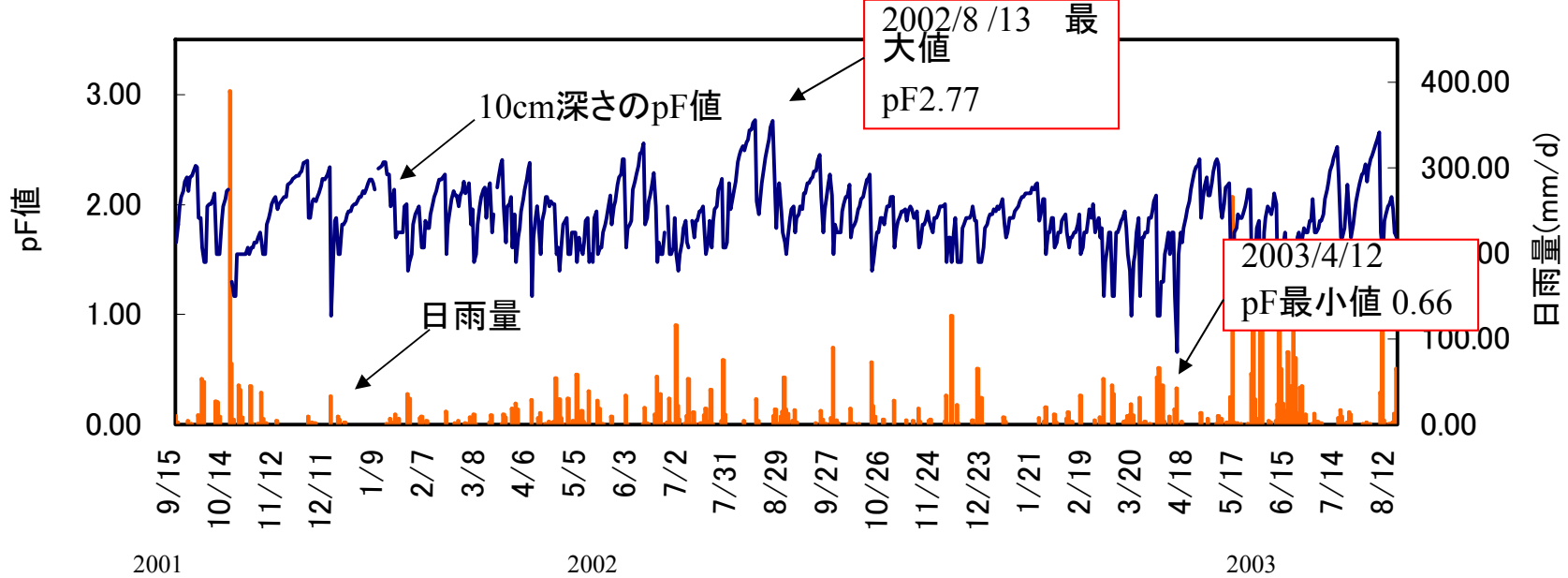
井戸・圃場地下水位変動と
日降雨量の経時変化



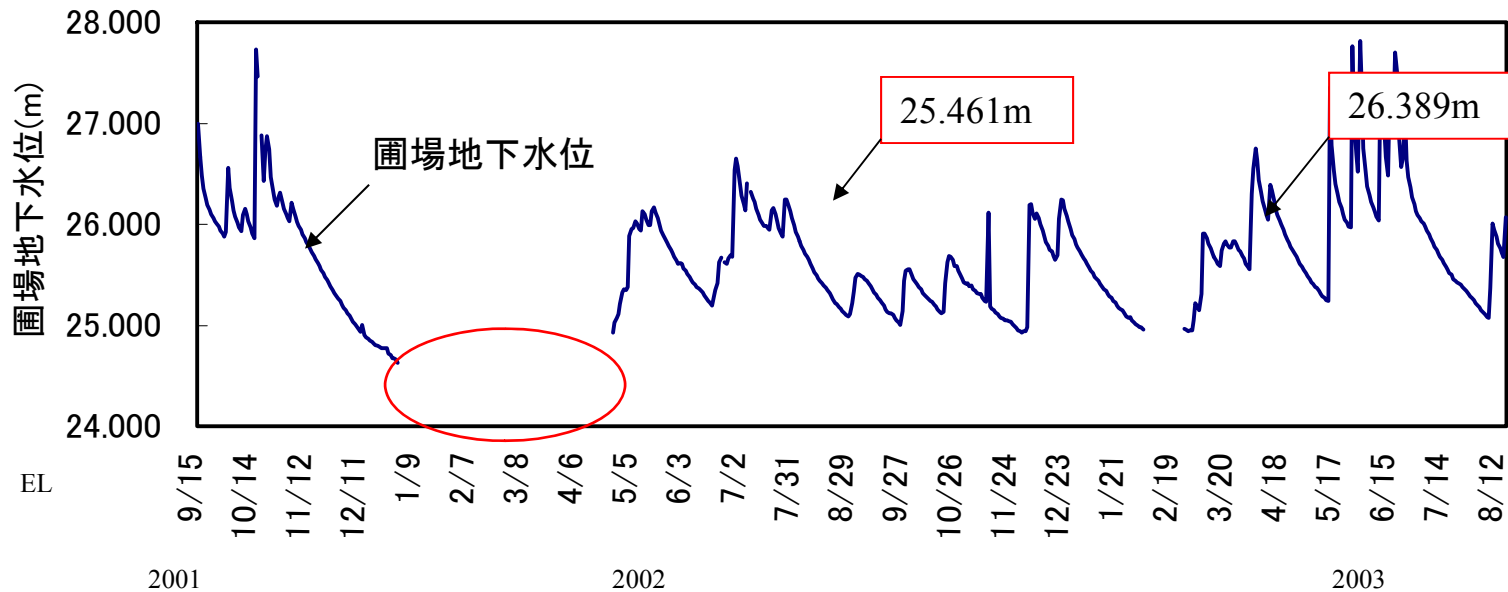
井戸地下水位と 圃場地下水位の相関関係



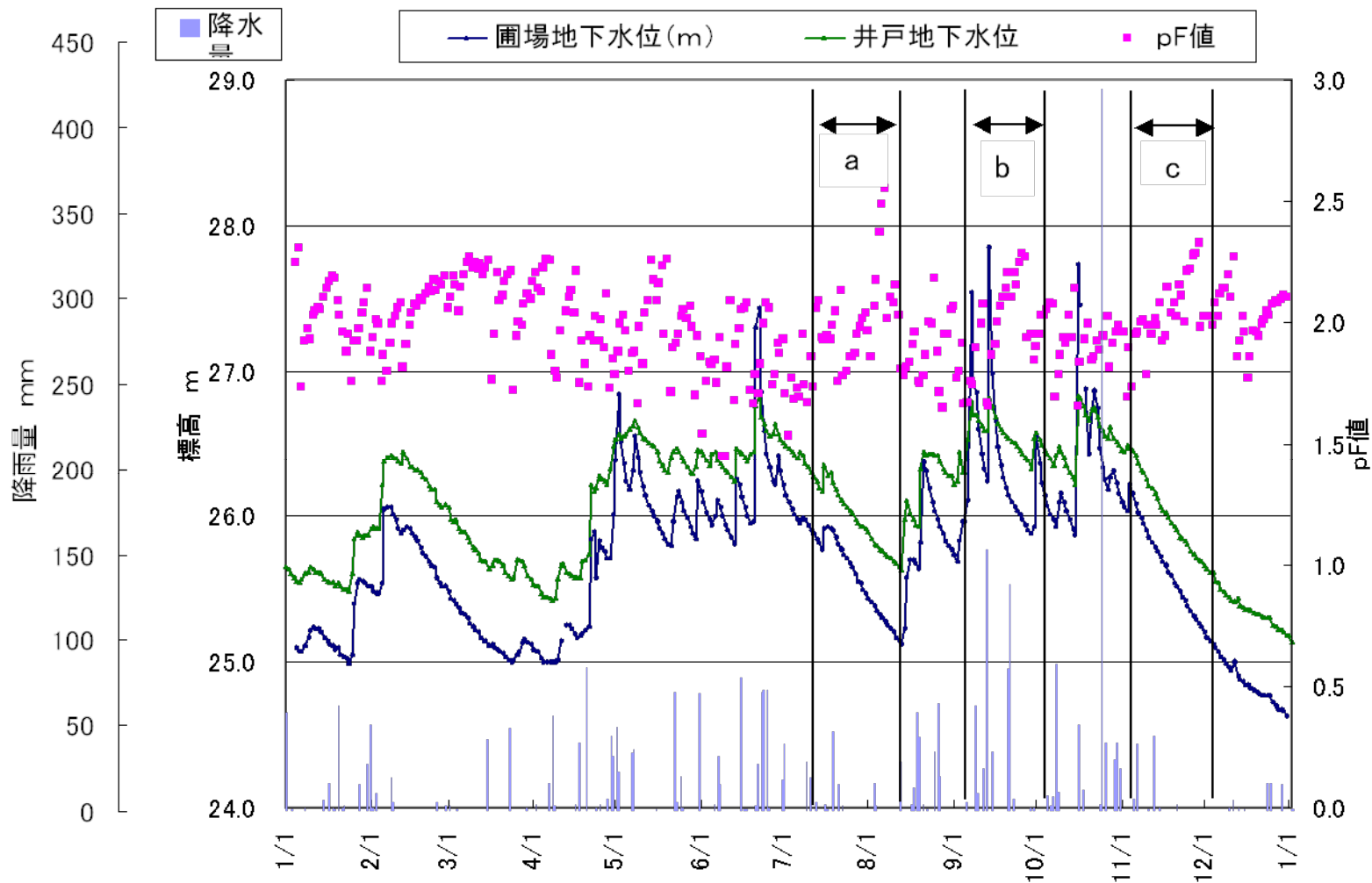
1時間雨量，累加雨量と地下水水位の経時変化



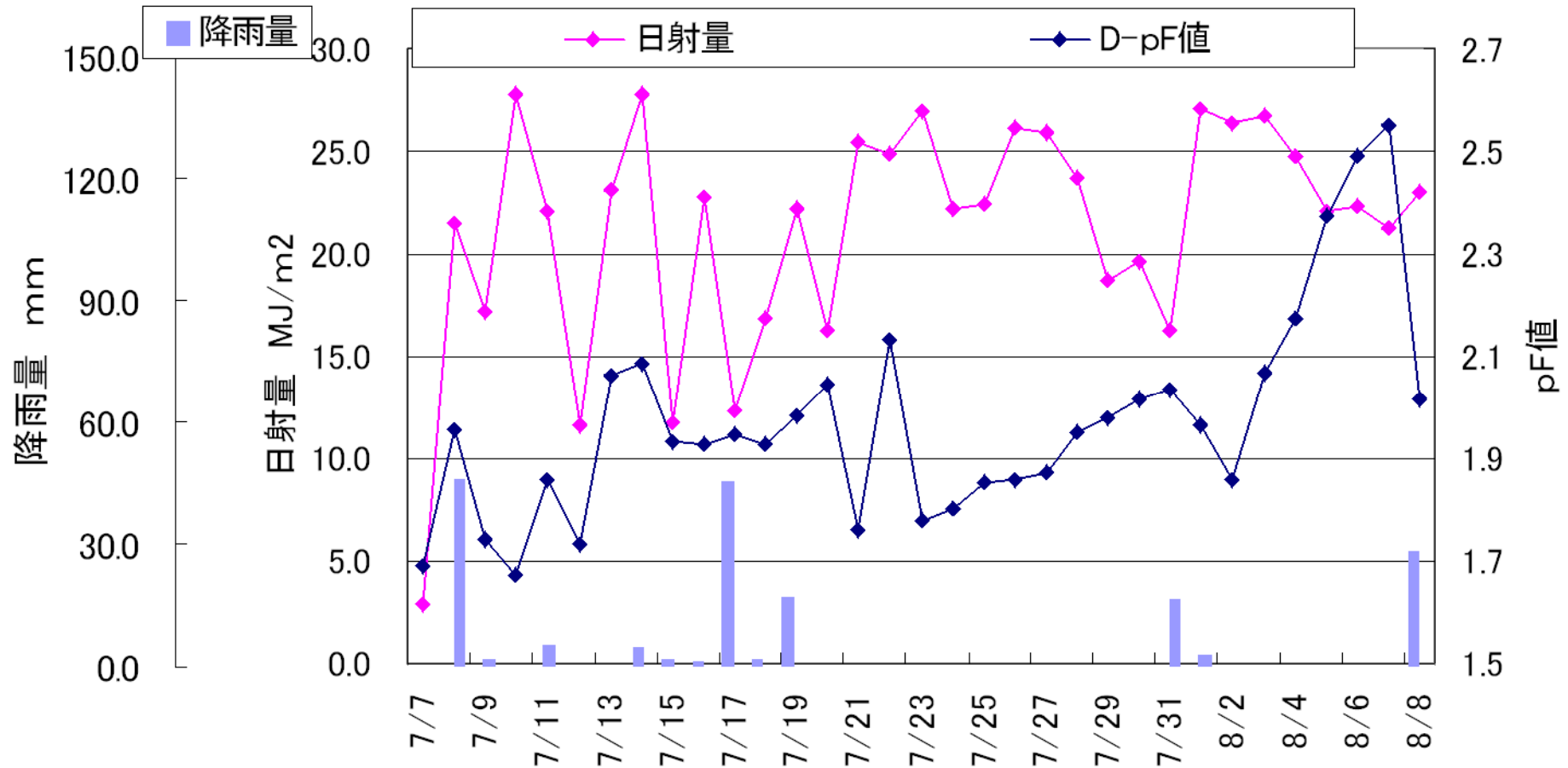
日雨量と10cm深さpF値の経日変化



圃場地下水位の経日変化

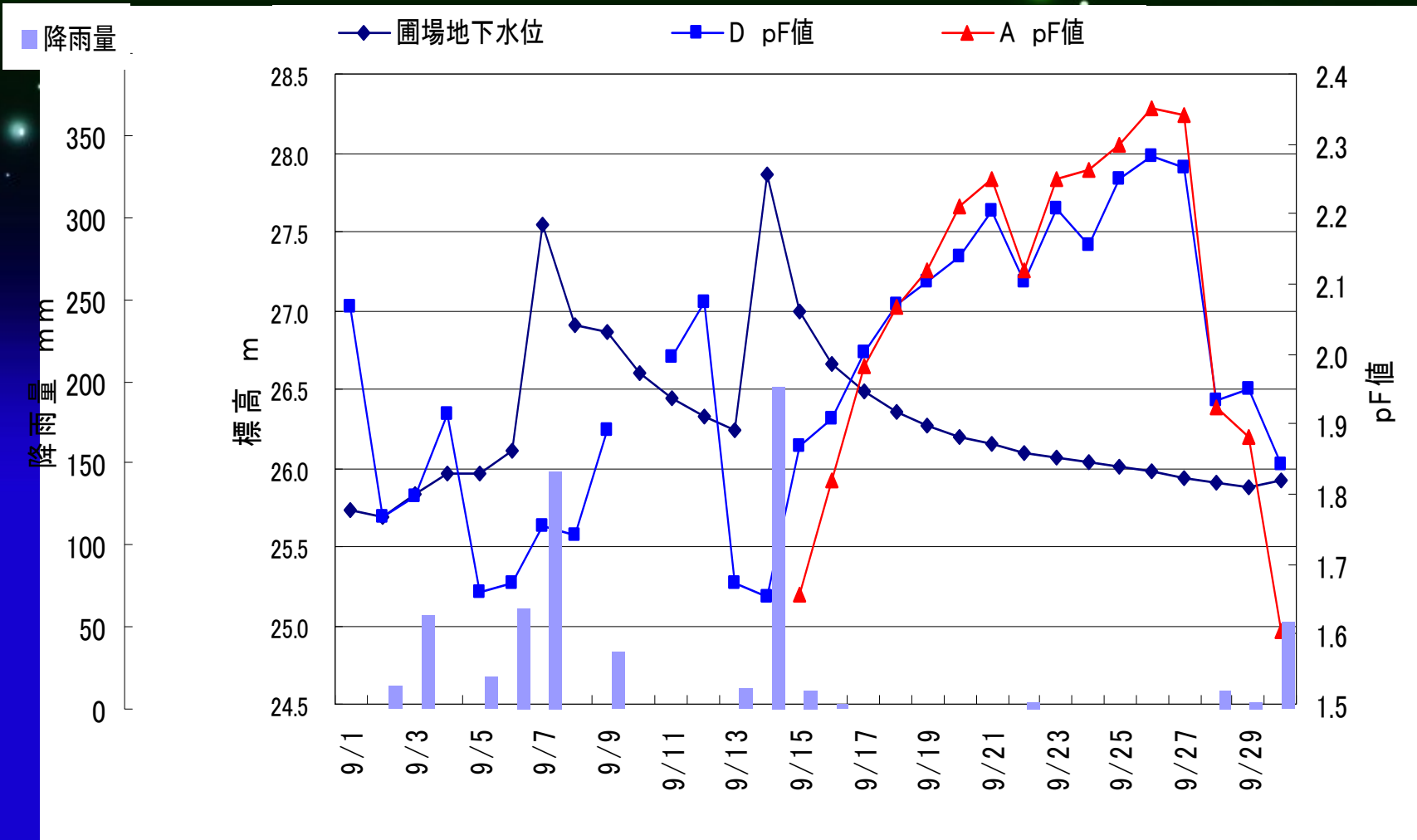


地下水位，降水量，pF値(10cm)の経日変化
(2001年1月～12月)



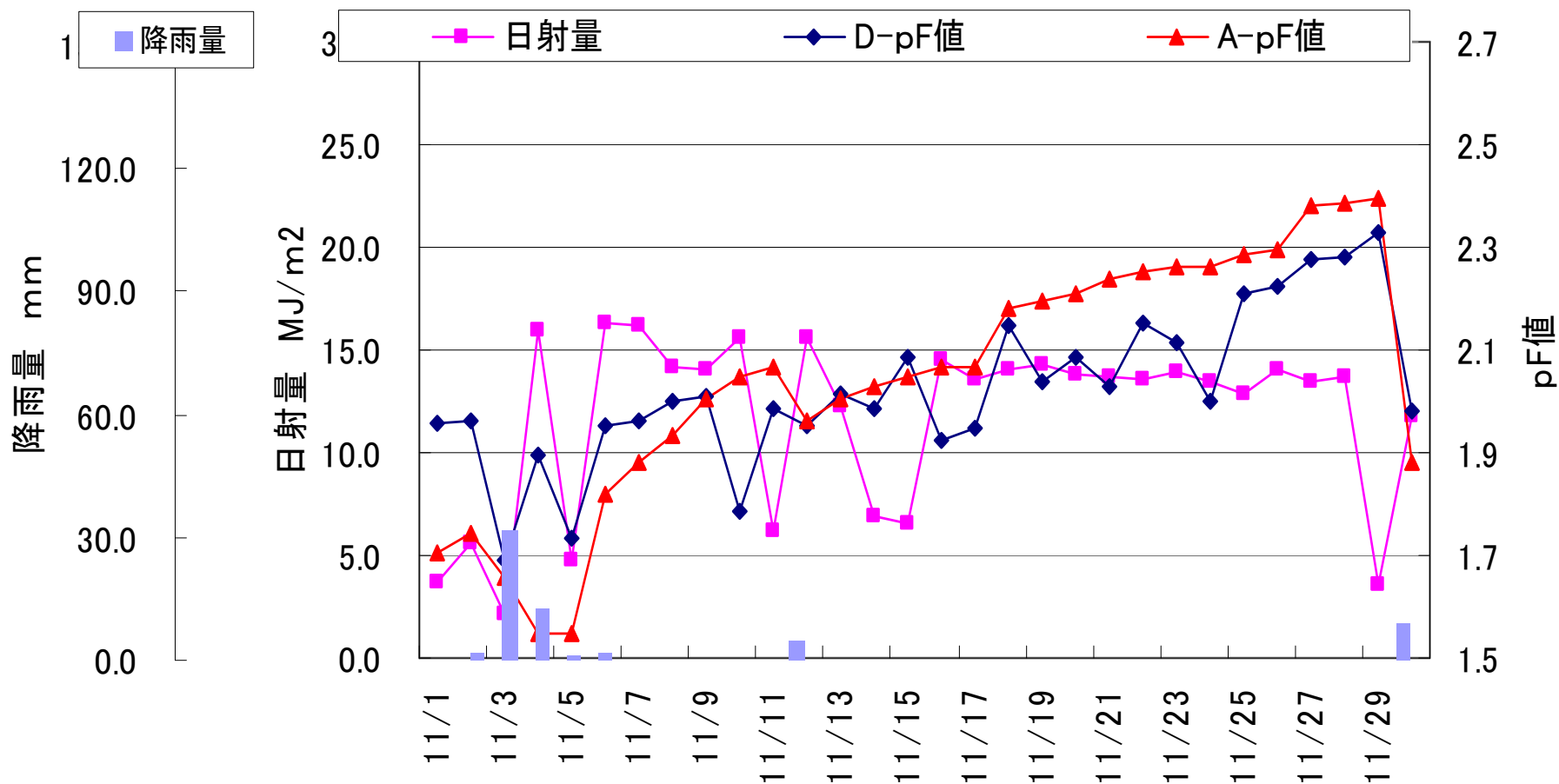
(a区間, 7/7~8/8)

降雨量, 日射量, pF値(10cm)の経日変化



(b区間, 9/1~9/30)

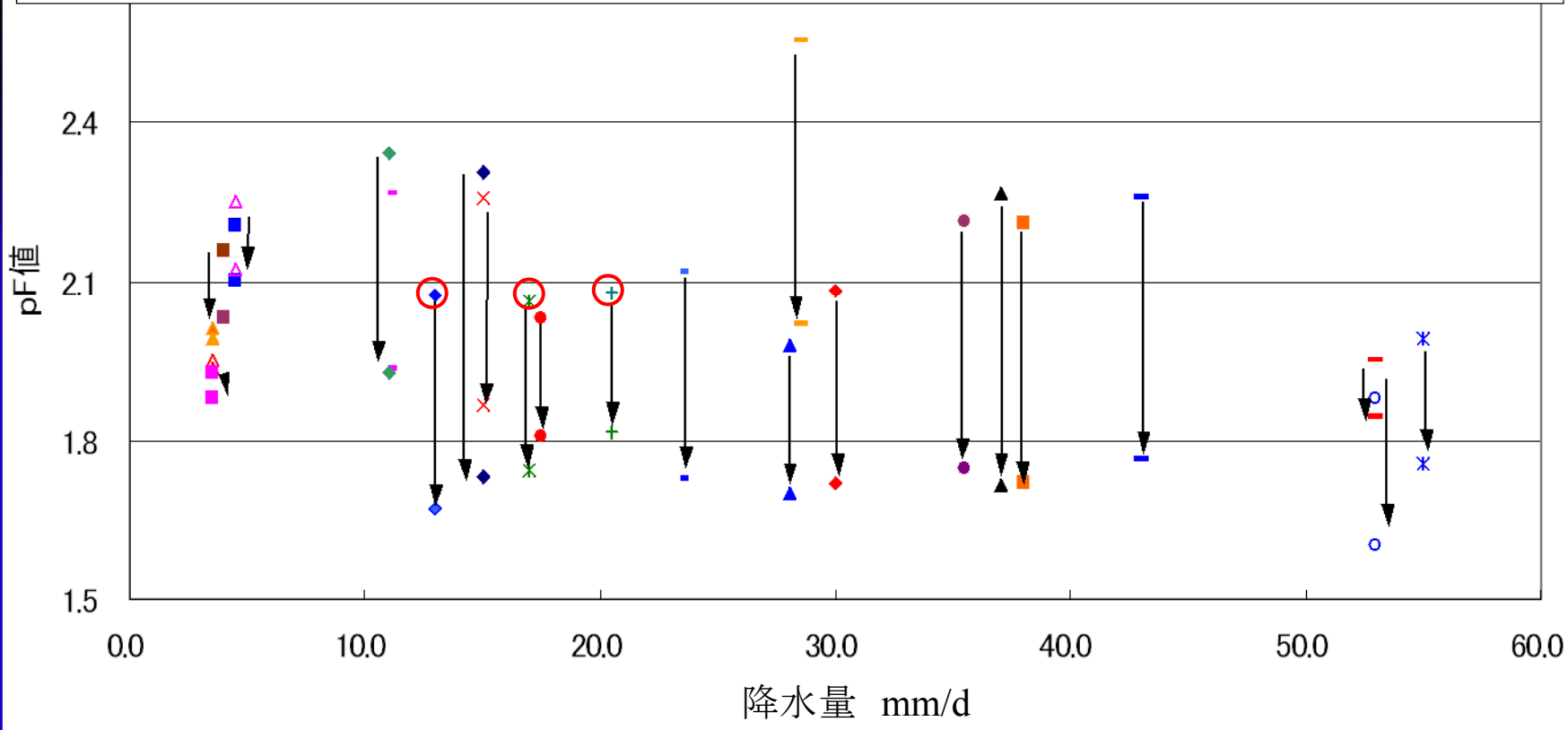
地下水位, pF値(10cm), 降雨量の経日変化



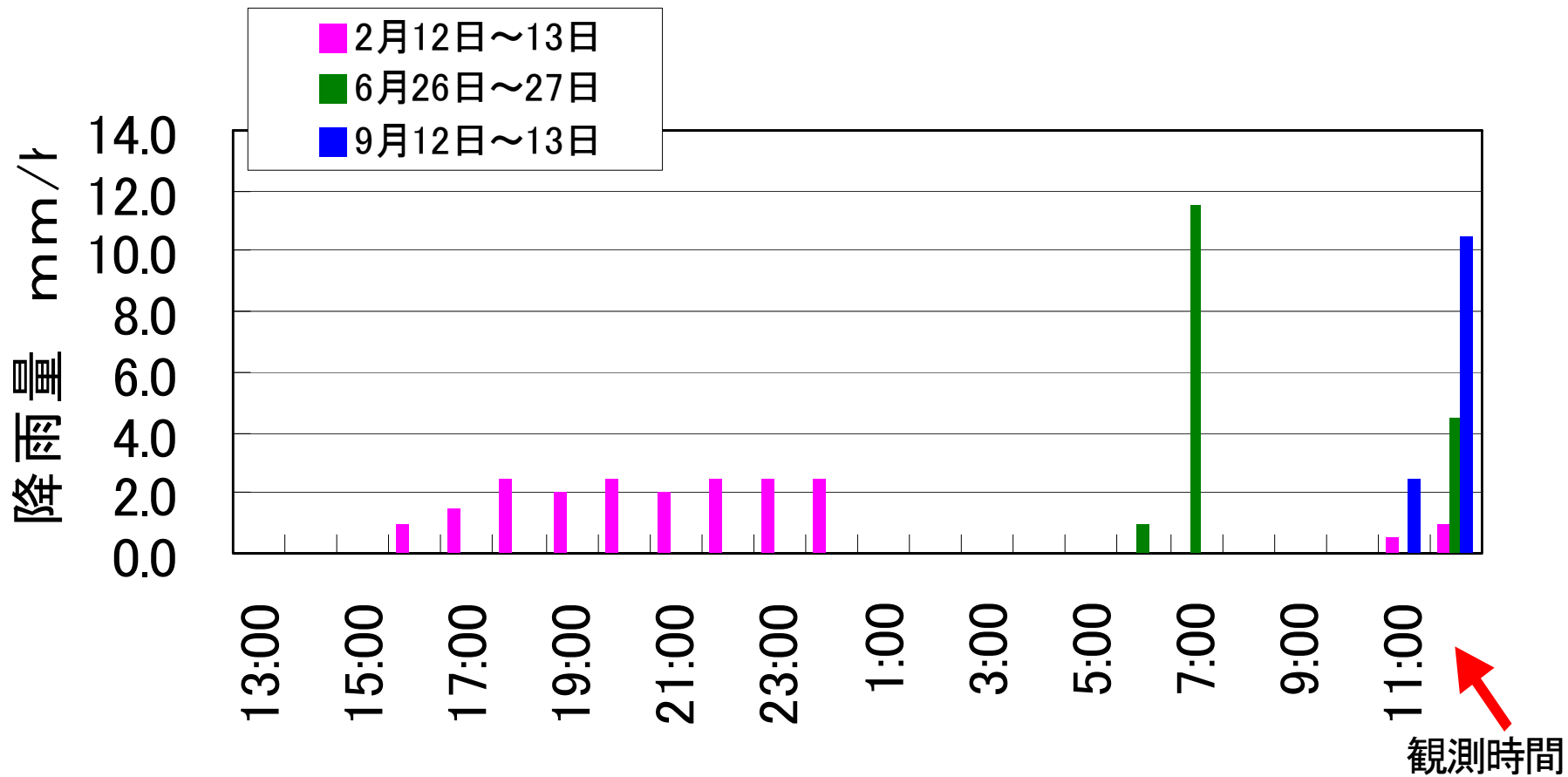
(c区間, 11/1~11/30)

降雨量, 日射量, pF値(10cm)の経日変化

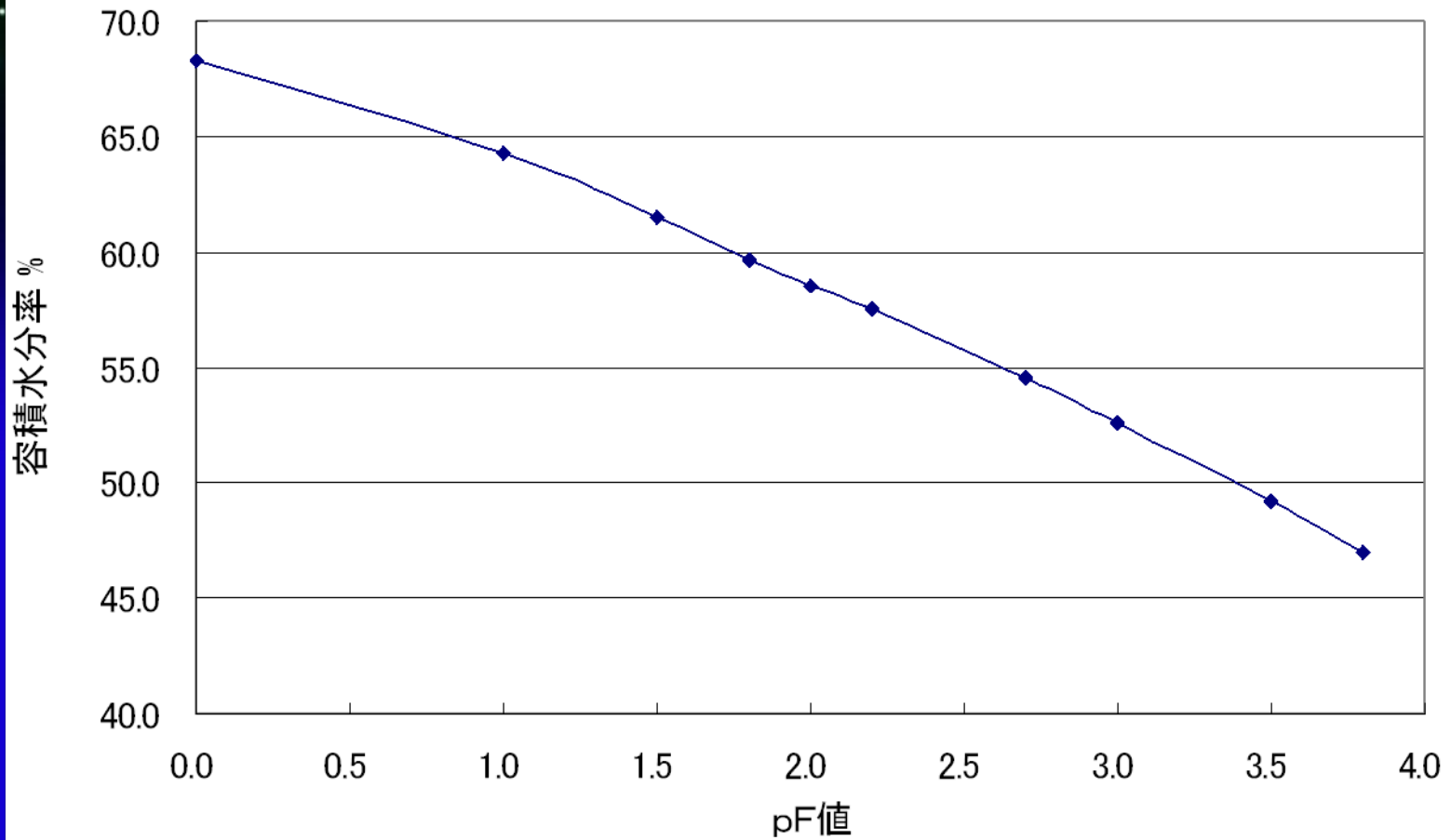
- | | | | | | | |
|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| ◆ 1月7日 | ▲ 2月4日 | * 2月5日 | + 2月13日 | - 3月17日 | ■ 3月25日 | × 4月8日 |
| ● 4月18日 | - 4月29日 | ▲ 5月21日 | ▲ 5月30日 | ◆ 6月19日 | * 6月27日 | - 8月8日 |
| ■ 8月12日 | ● 8月13日 | ◆ 9月13日 | - 9月28日 | ◆ 9月28日 | ▲ 9月29日 | ■ 9月29日 |
| - 9月30日 | ○ 9月30日 | ■ 9月22日 | △ 9月22日 | | | |



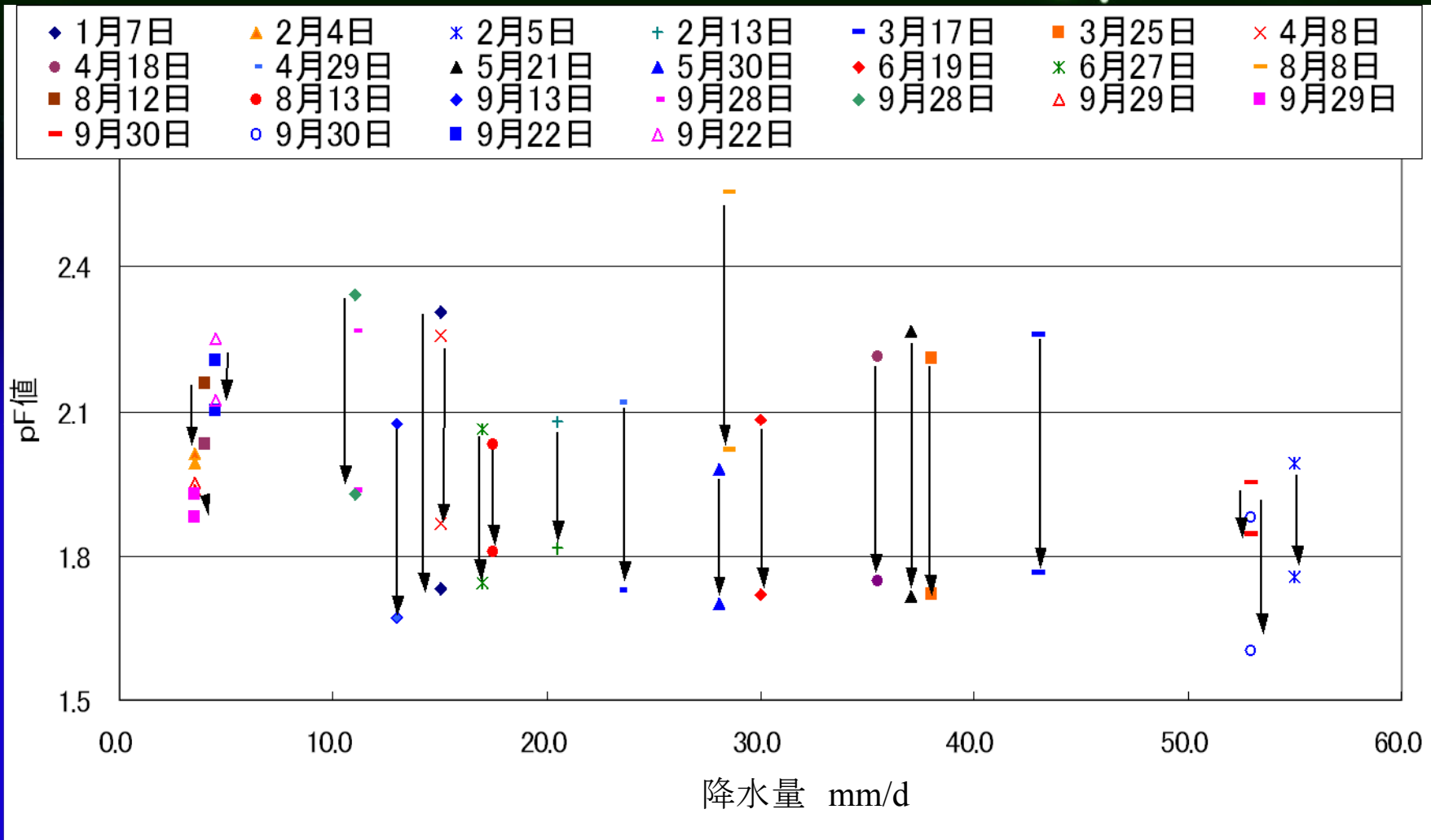
降雨量とpF値の変動幅の関係



降雨量の時間変化

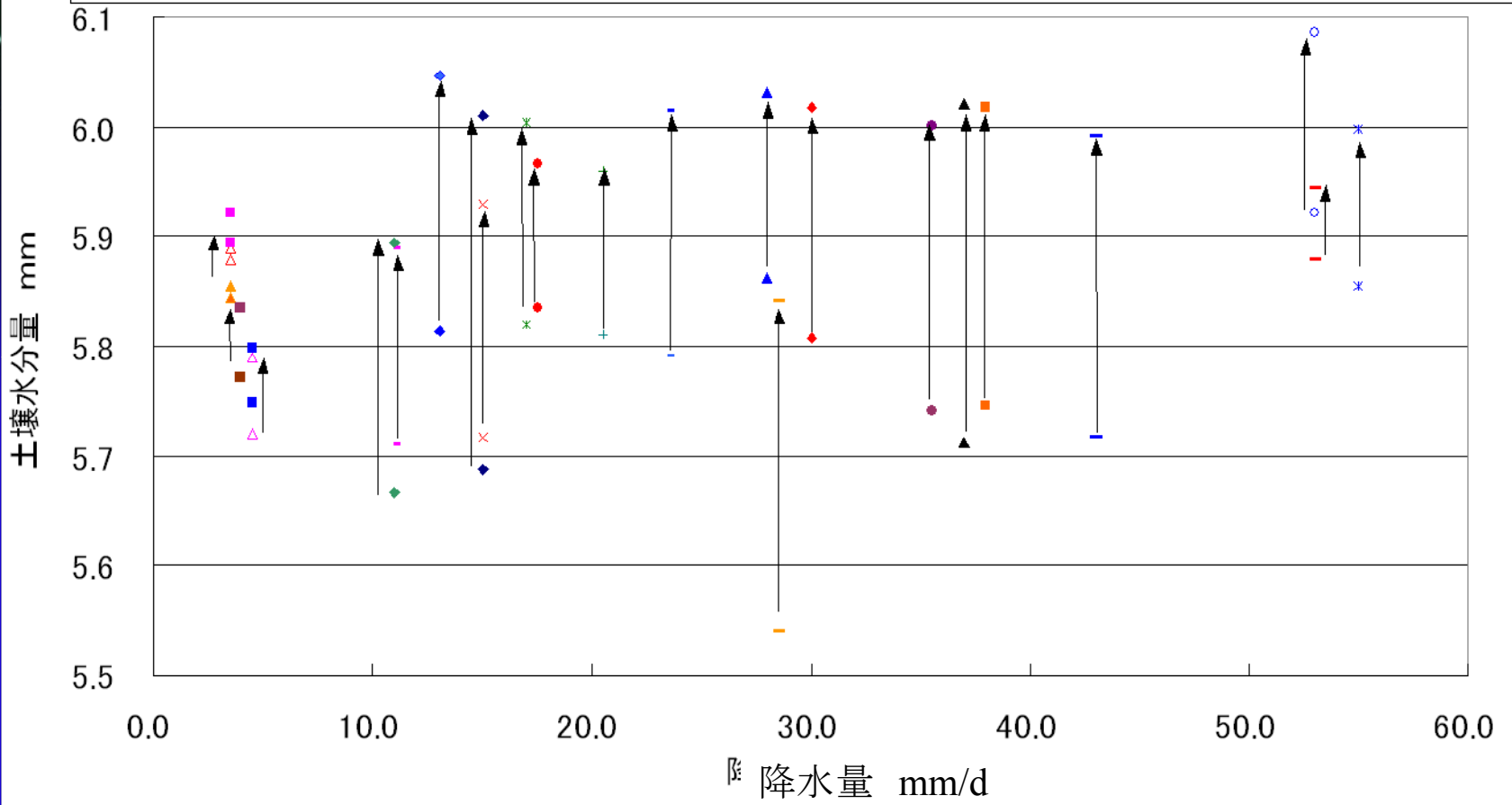


土壤水分特性曲線

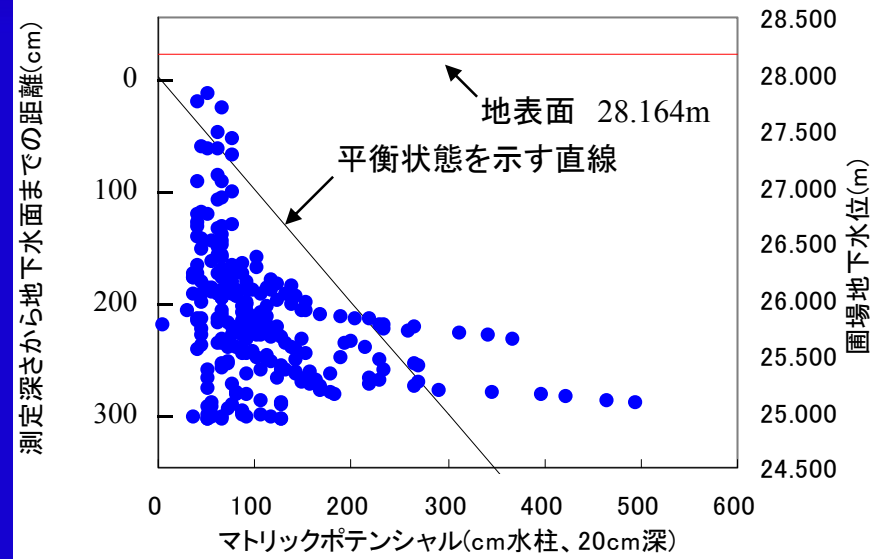
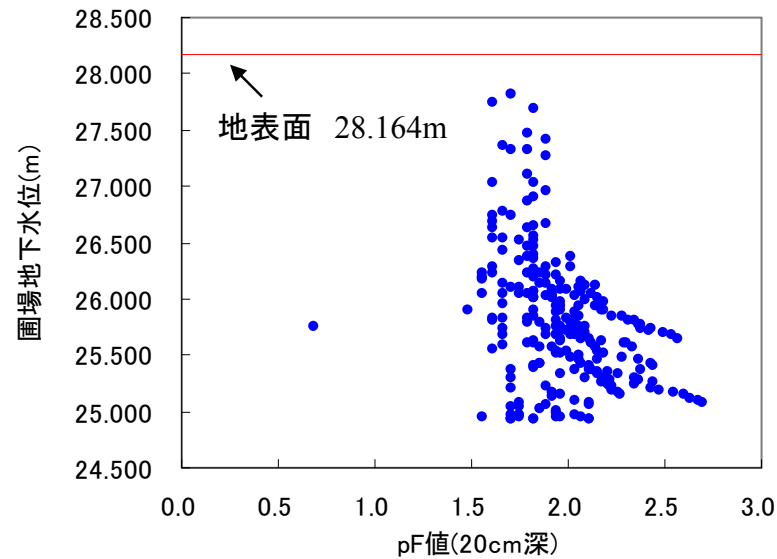
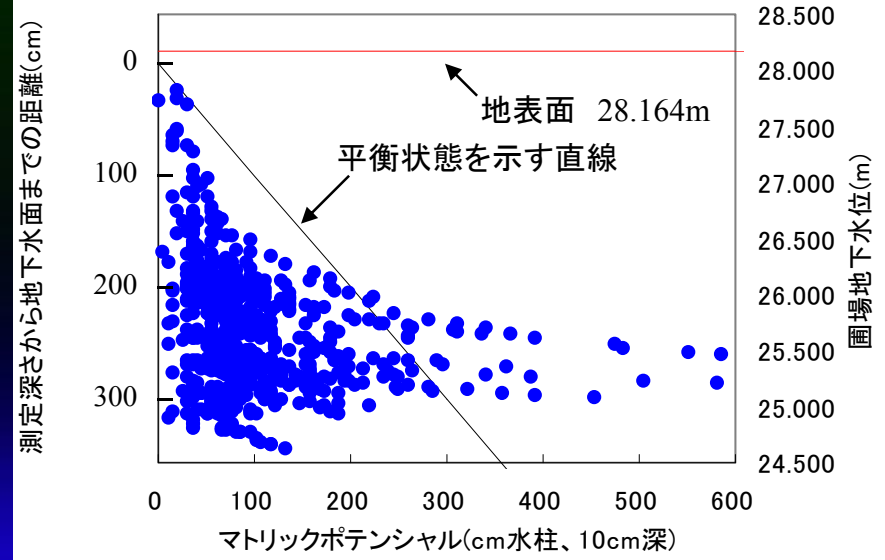
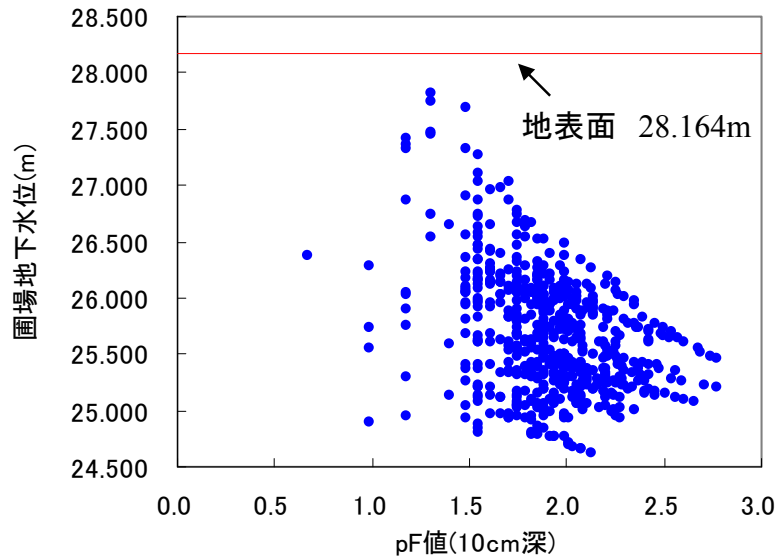


降雨量とpF値の変動幅の関係

◆ 1月7日 ▲ 2月4日 * 2月5日 + 2月13日 - 3月17日 ■ 3月25日 × 4月8日 ● 4月18日 - 4月29日
 ▲ 5月21日 ▲ 5月30日 ◆ 6月19日 * 6月27日 - 8月8日 ■ 8月12日 ◆ 8月13日 ◆ 9月13日 - 9月28日
 ◆ 9月28日 ▲ 9月29日 ■ 9月29日 - 9月30日 ○ 9月30日 ■ 9月22日 ▲ 9月22日

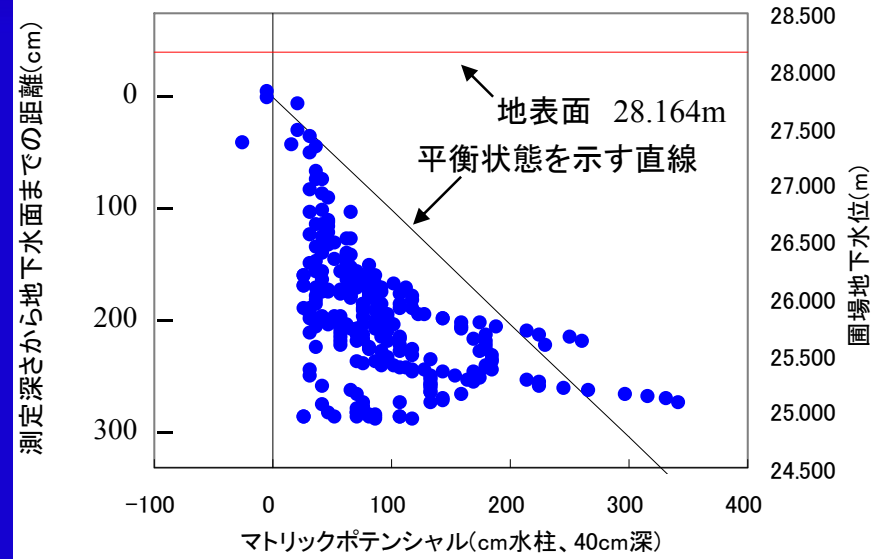
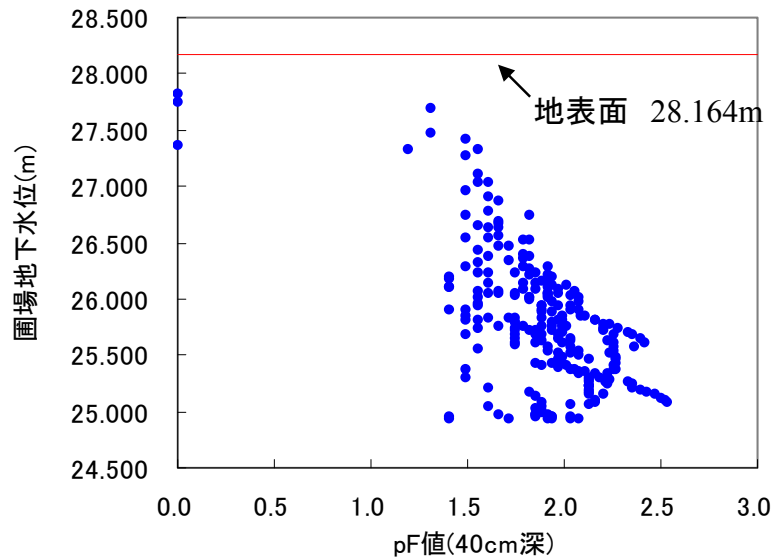
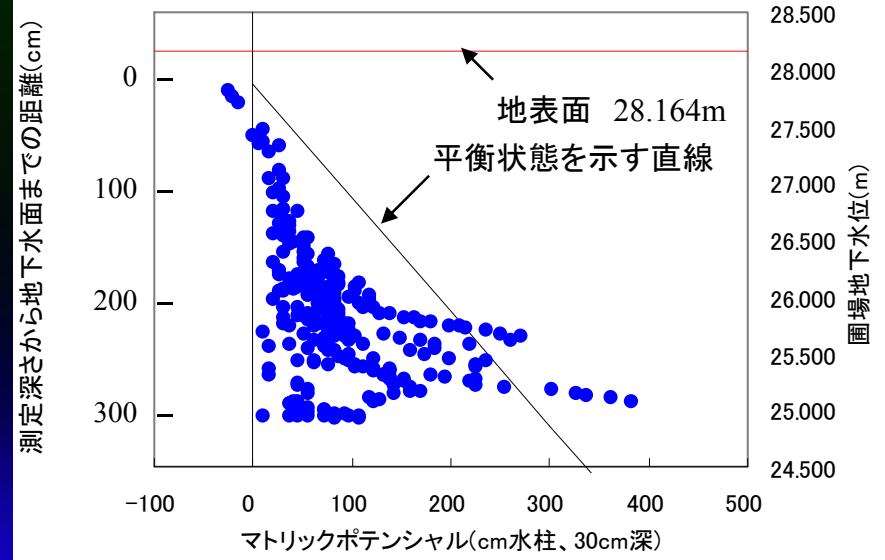
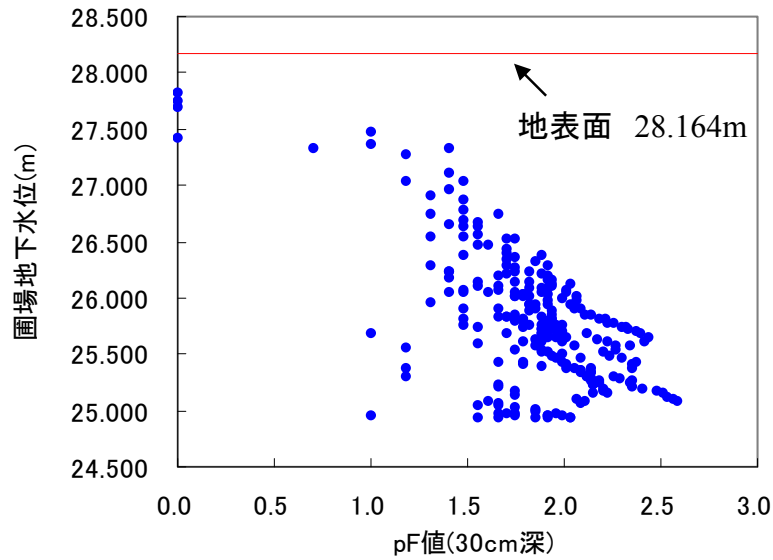


降雨量と土壌水分量の変動幅の関係



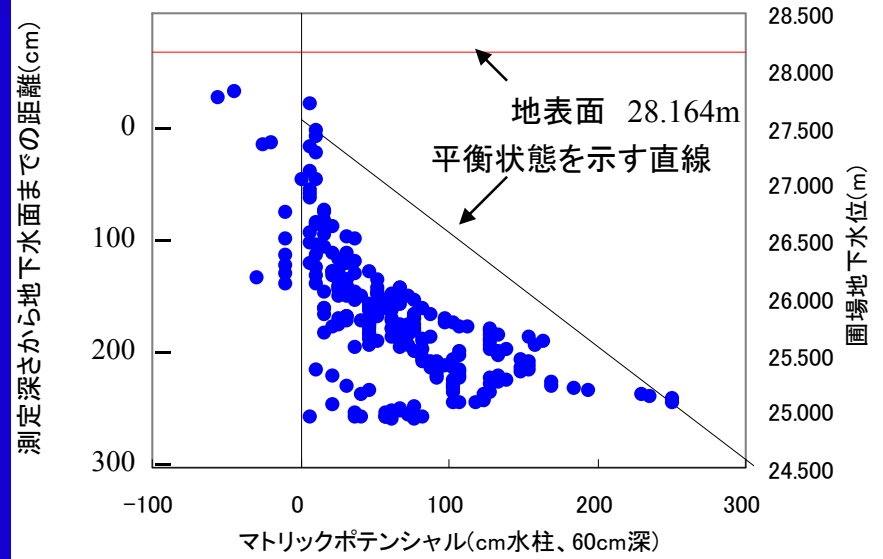
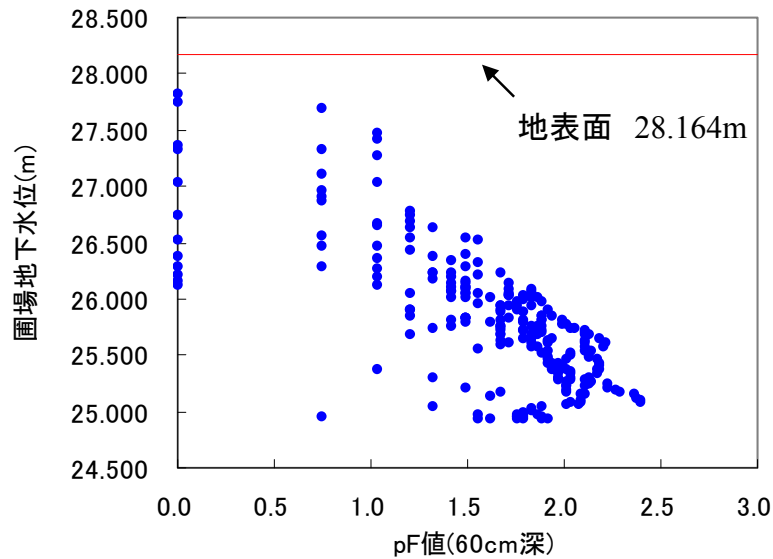
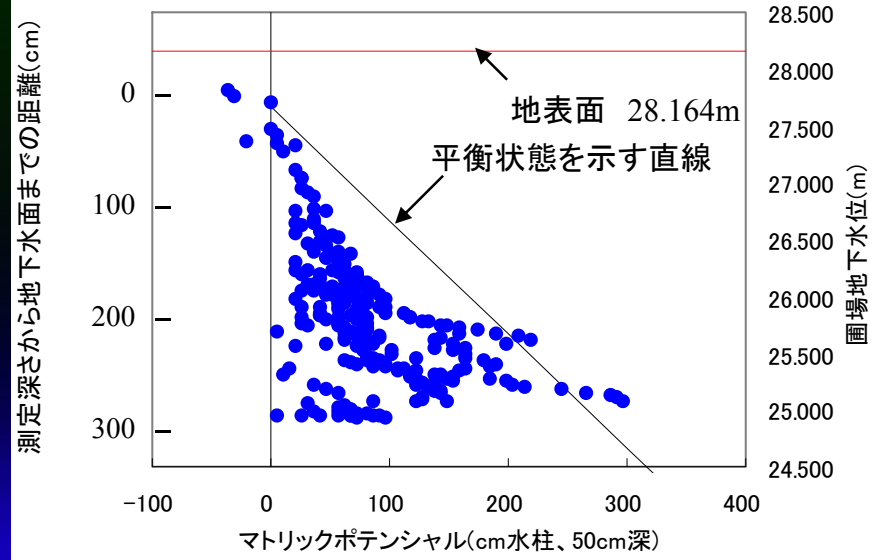
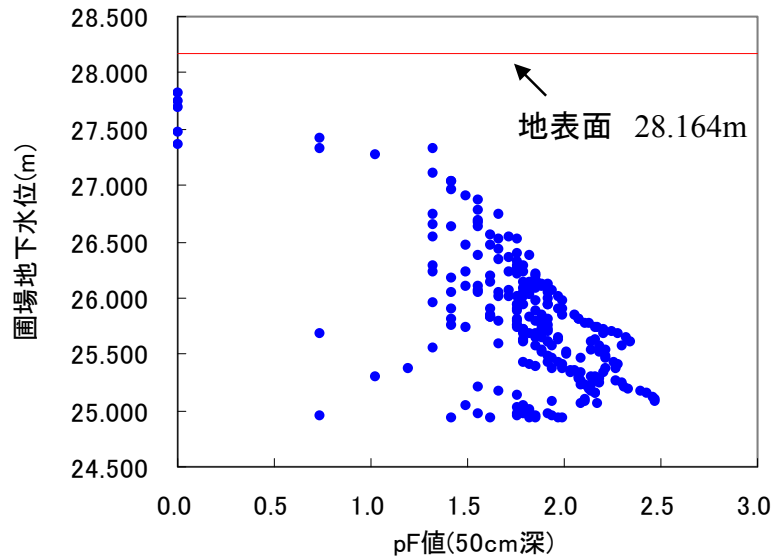
圃場地下水水位とpF値の関係

圃場地下水水位とマトリックポテンシャルの関係



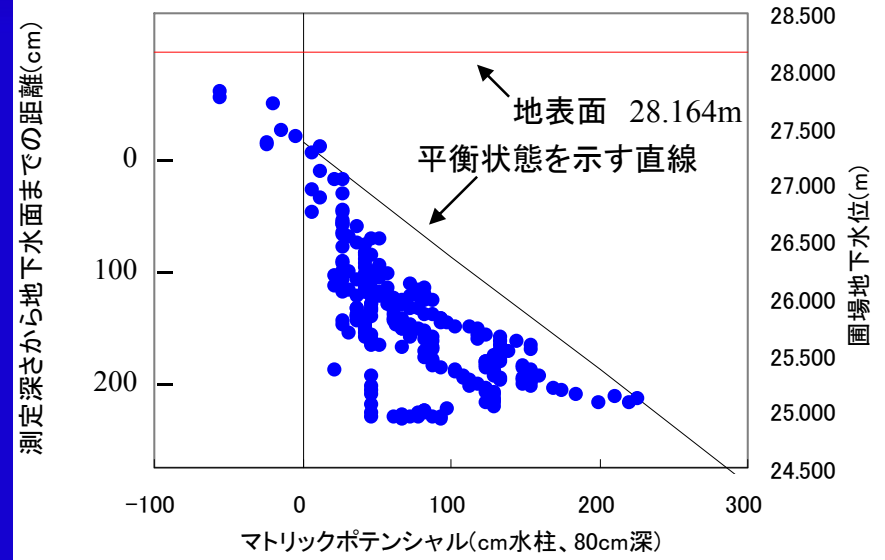
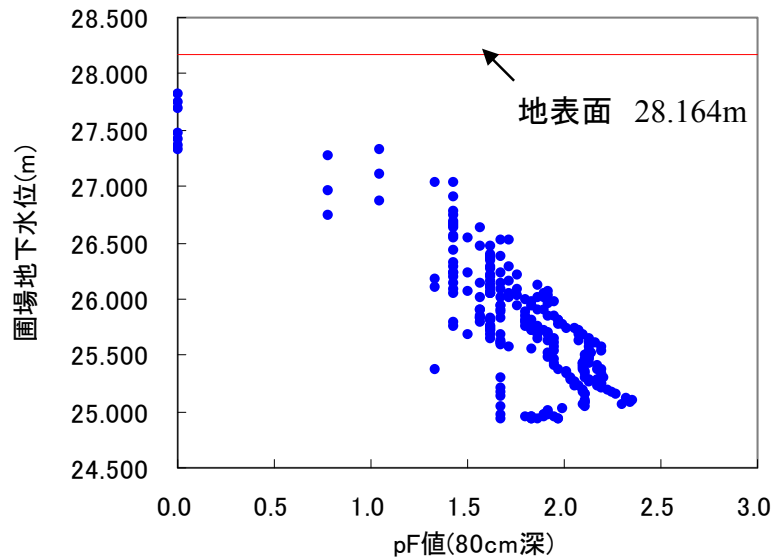
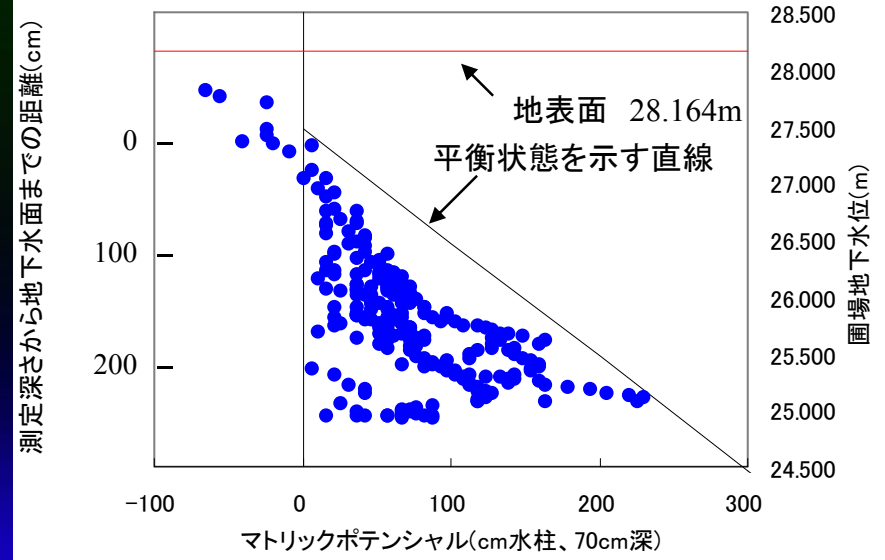
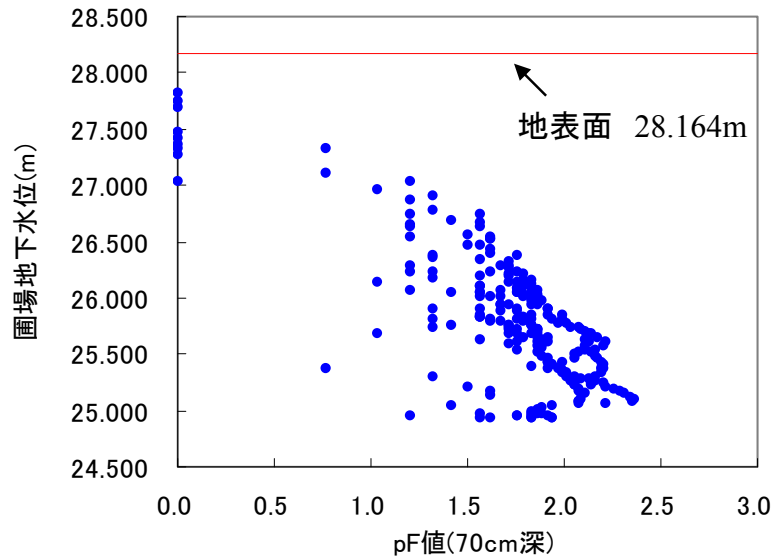
圃場地下水水位とpF値の関係

圃場地下水水位とマトリックポテンシャルの関係



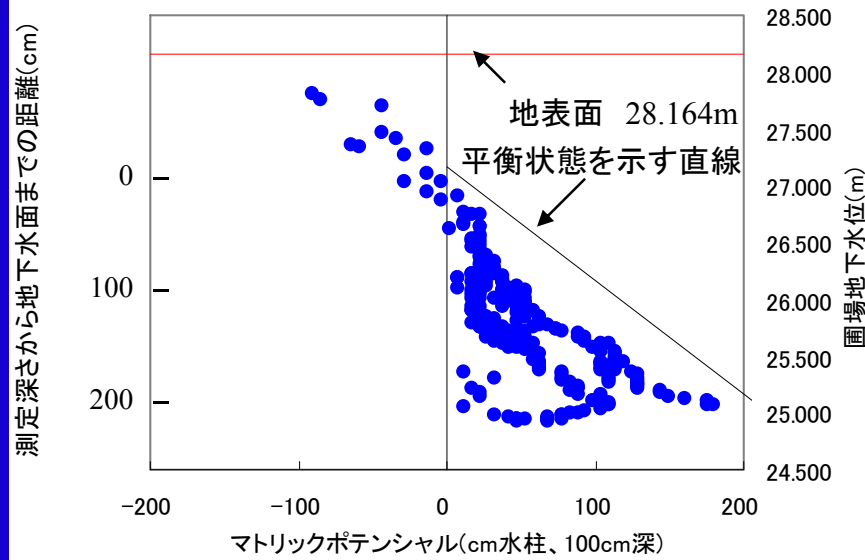
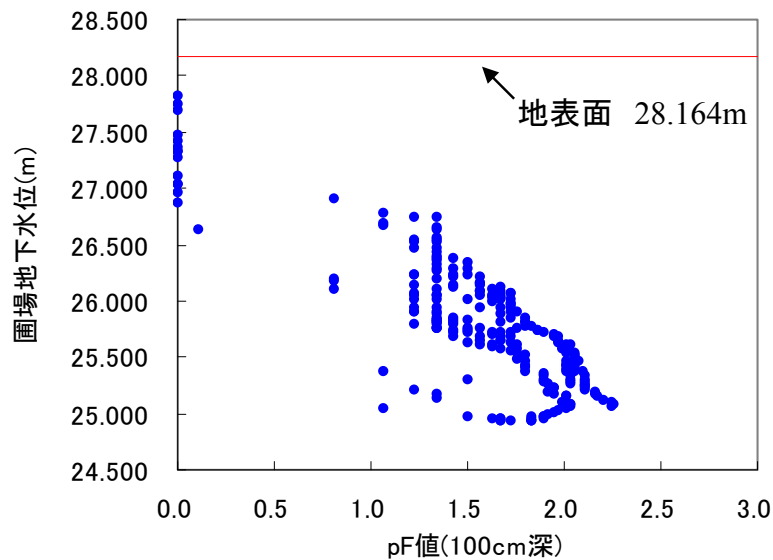
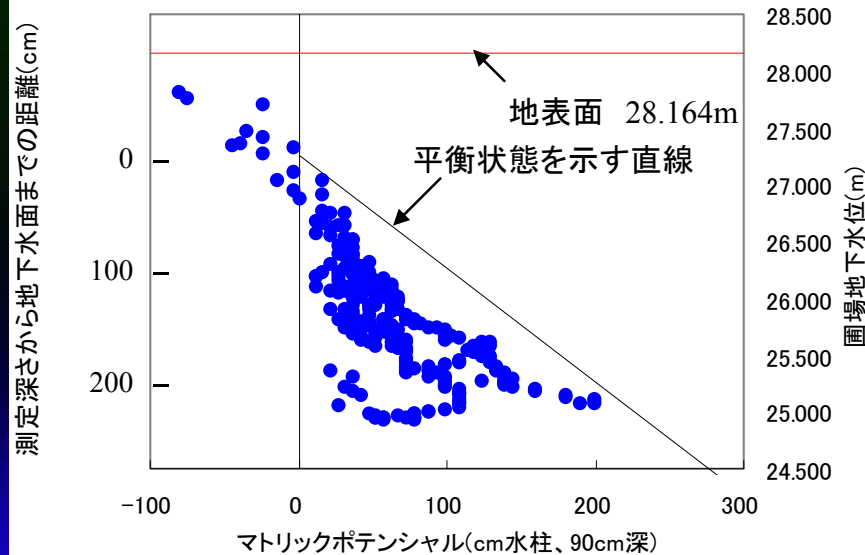
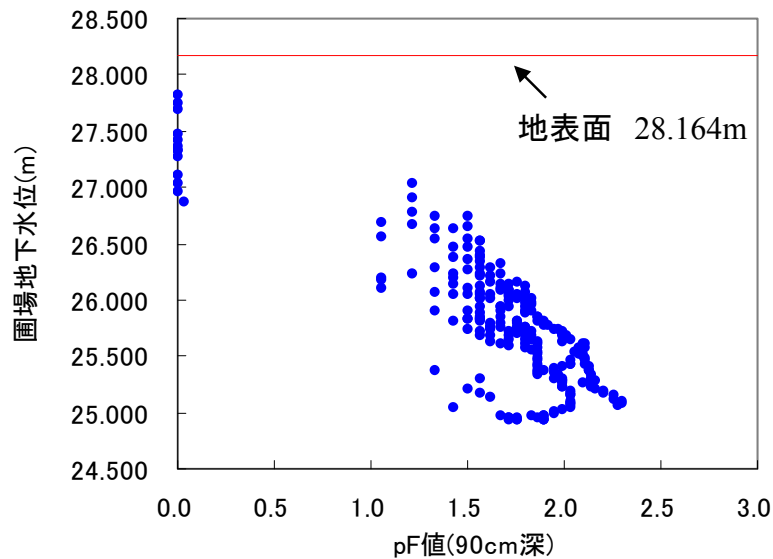
圃場地下水水位とpF値の関係

圃場地下水水位とマトリックポテンシャルの関係



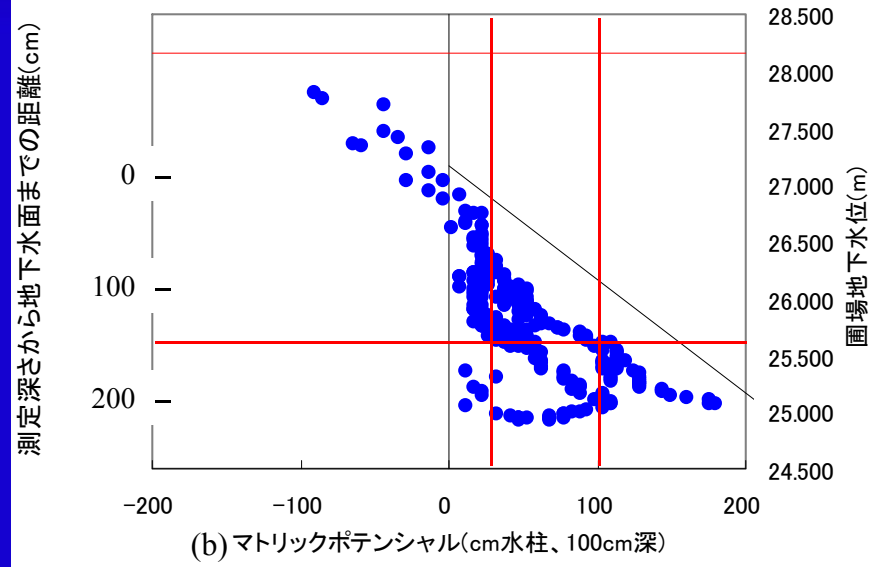
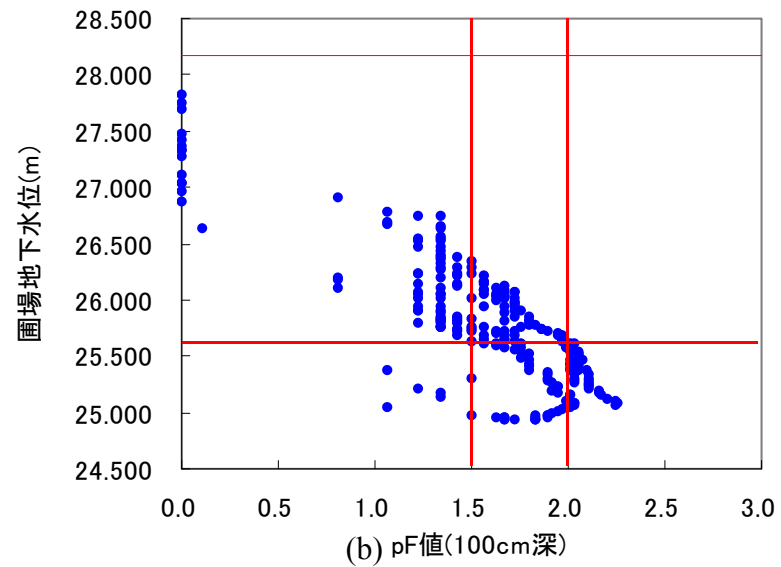
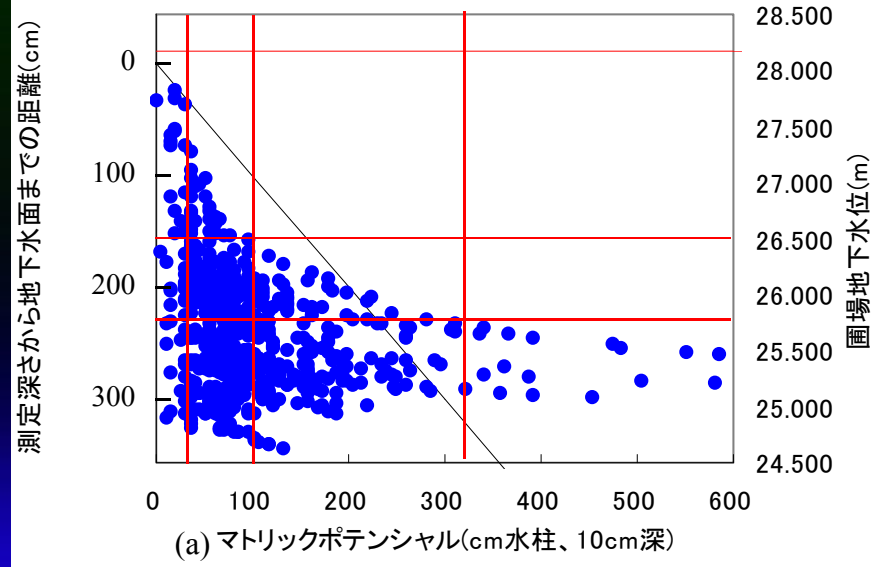
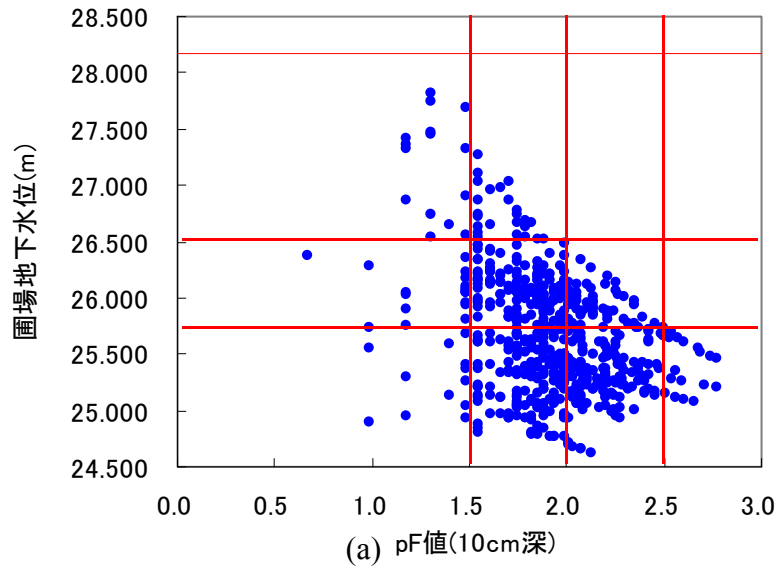
圃場地下水水位とpF値の関係

圃場地下水水位とマトリックポテンシャルの関係



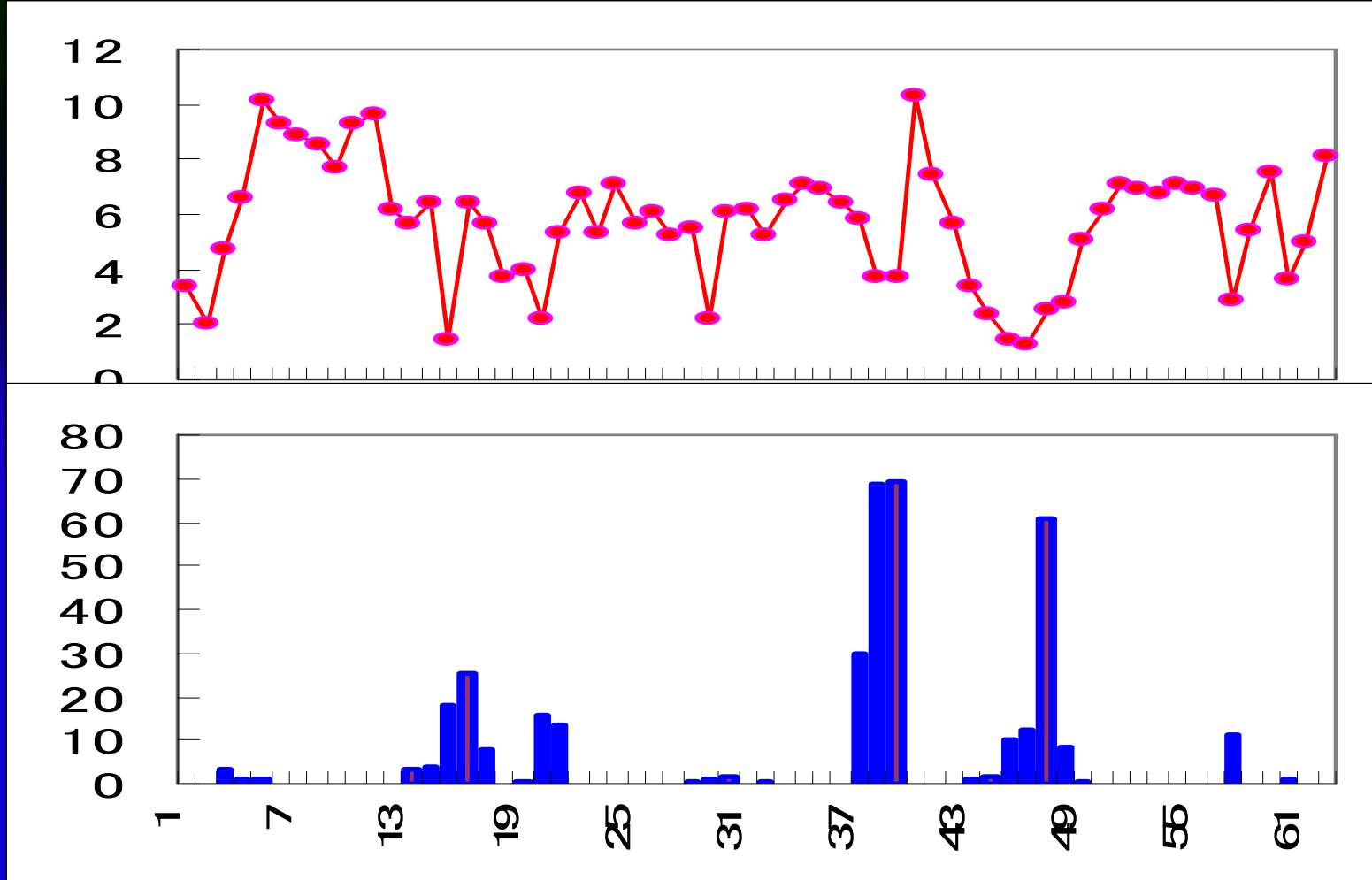
圃場地下水水位とpF値の関係

圃場地下水水位とマトリックポテンシャルの関係

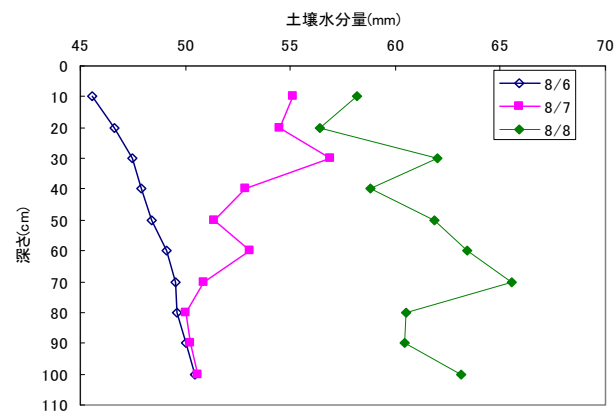
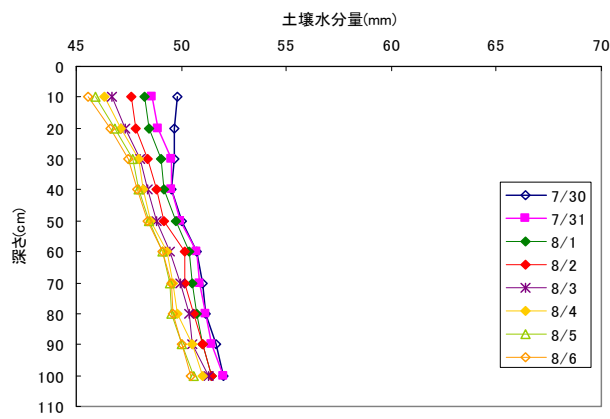
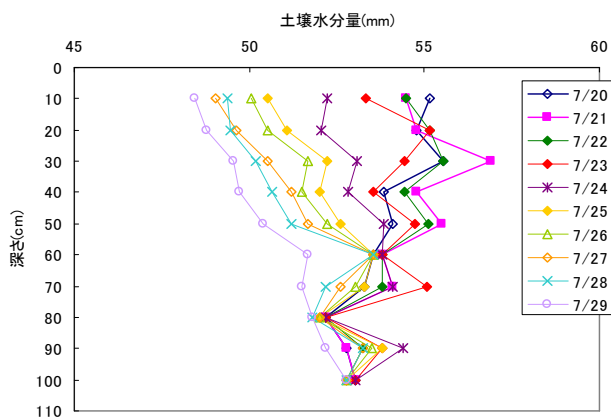
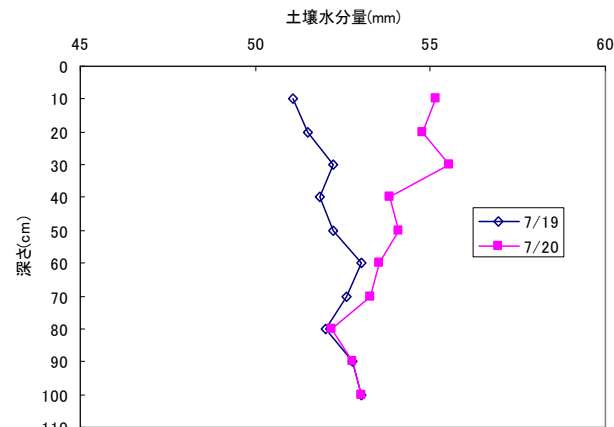
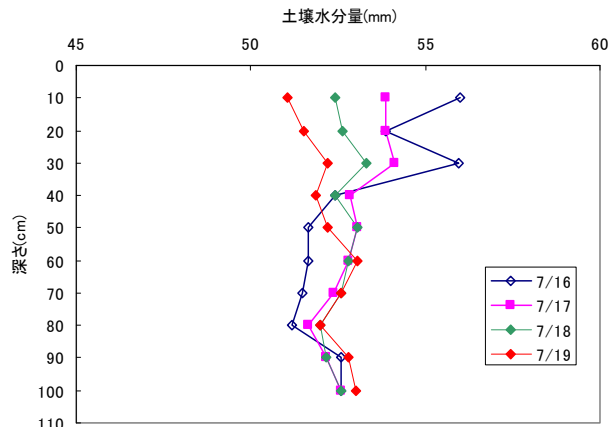
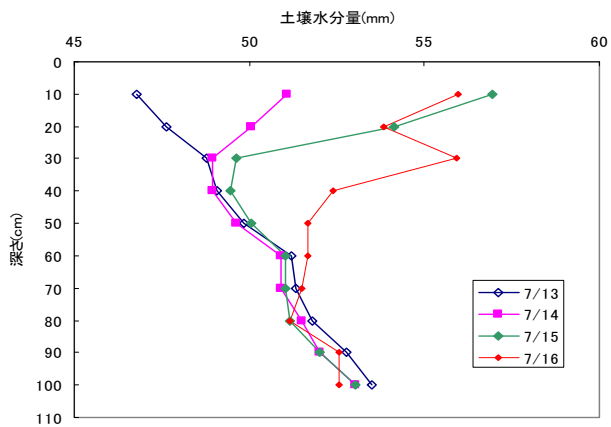


圃場地下水水位とpF値の関係

圃場地下水水位とマトリックポテンシャルの関係

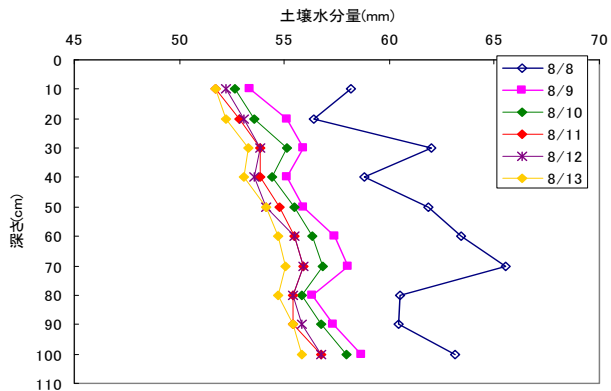


日雨量とPenman ET (mm/d)
 (2003. 7. 1 ~ 8. 31)



土壌水分量経日変化プロフィール

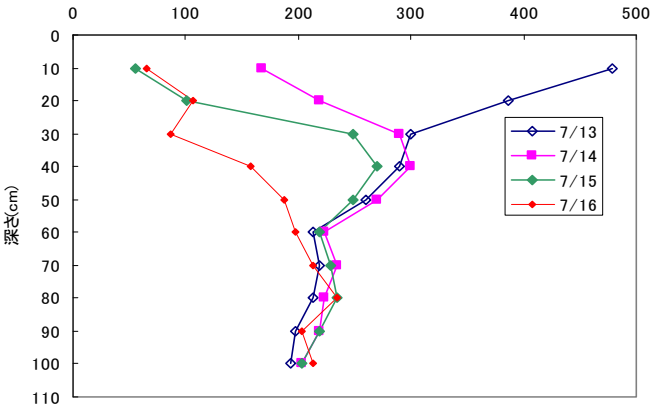
土壌水分量経日変化プロフィール



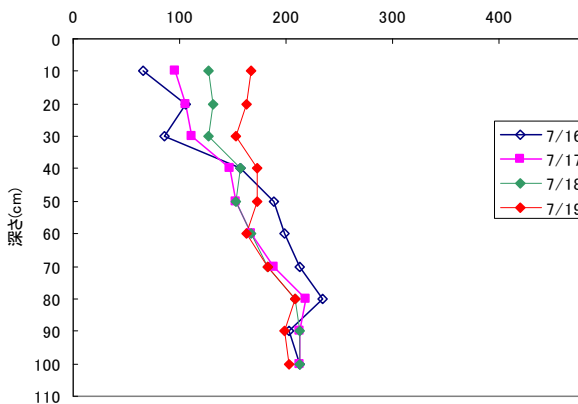
土壌水分量経日変化プロフィール

土壌水分プロフィールの経日変化 (2003.7.13~8.13)

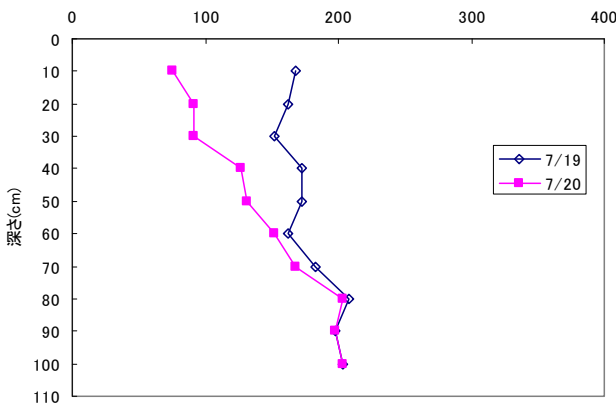
トータルポテンシャル(cm)



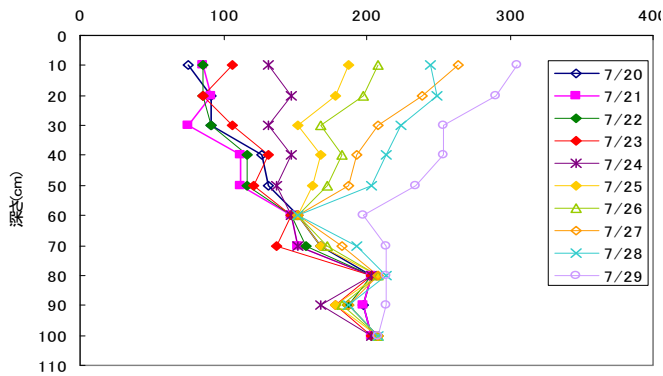
トータルポテンシャル(cm)



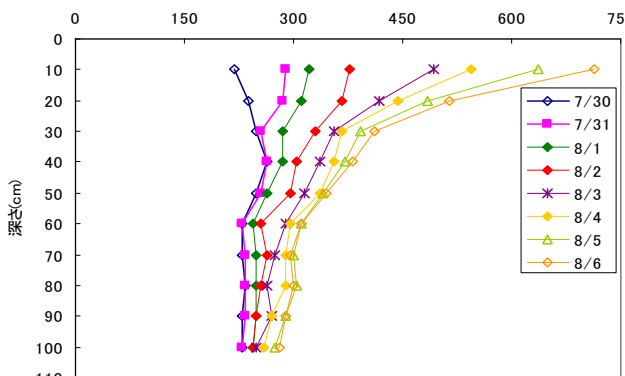
トータルポテンシャル(cm)



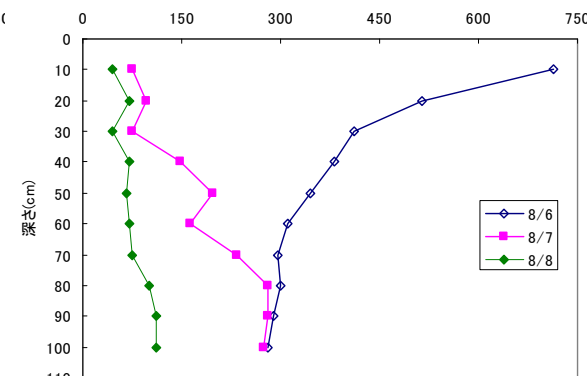
トータルポテンシャル(cm)



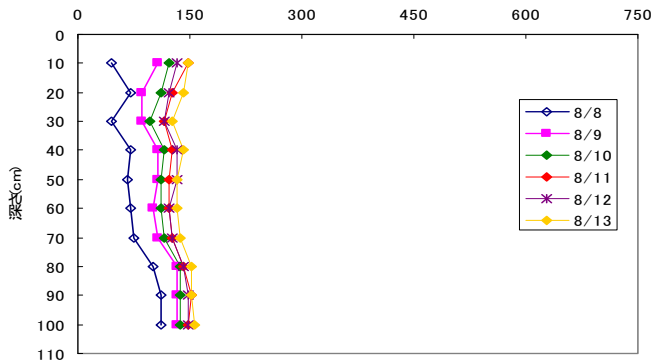
トータルポテンシャル(cm)



トータルポテンシャル(cm)



トータルポテンシャル(cm)

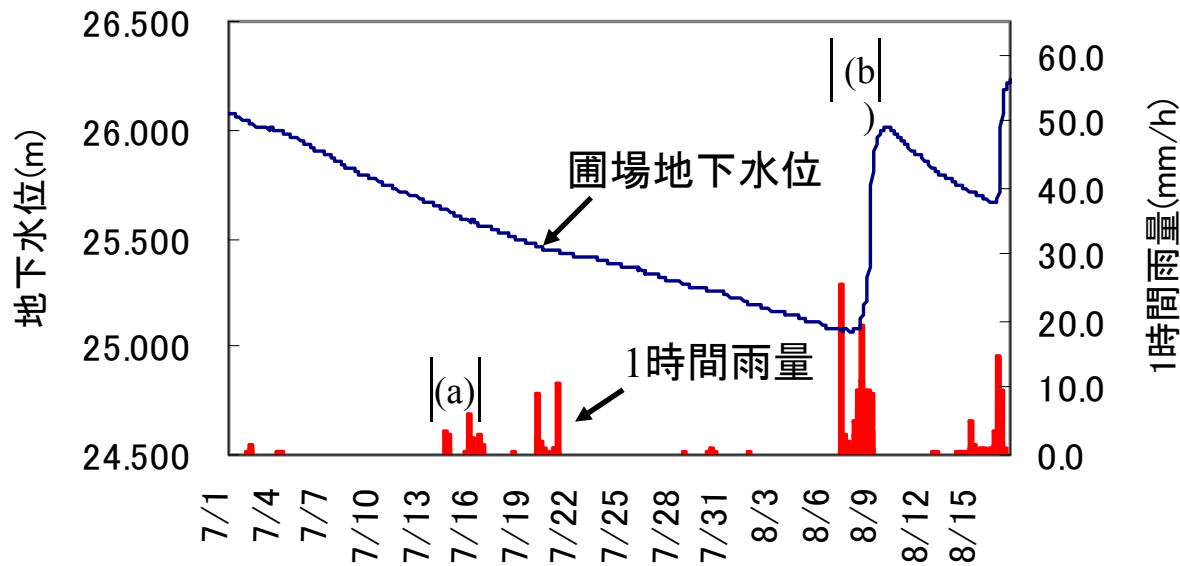


トータルポテンシャル経日変化プロフィール

トータルポテンシャル経日変化プロフィール

トータルポテンシャル経日変化プロフィール

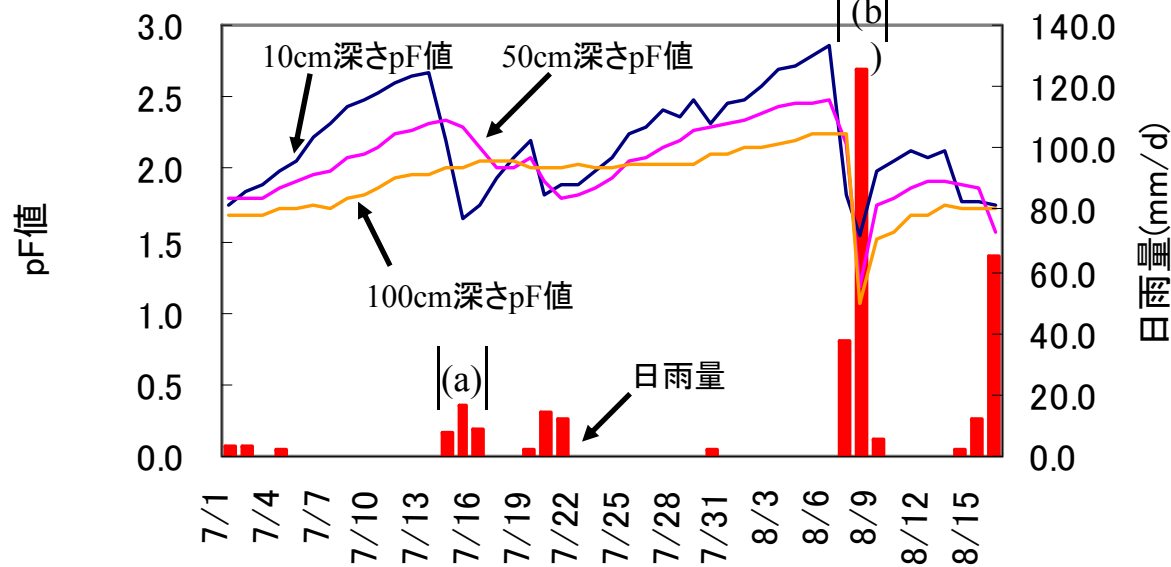
トータルポテンシャル プロフィールの経日変化 (2003.7.13~8.13)



期間(a)

降雨が地下水位の上
昇に寄与しなかった7
月13日から7月16日

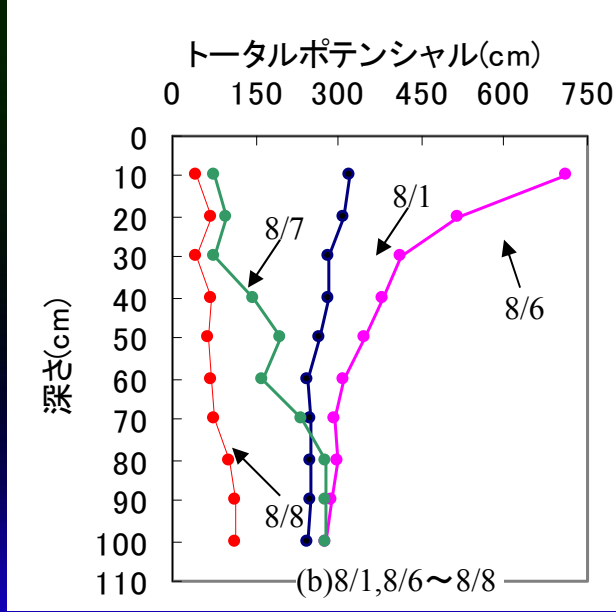
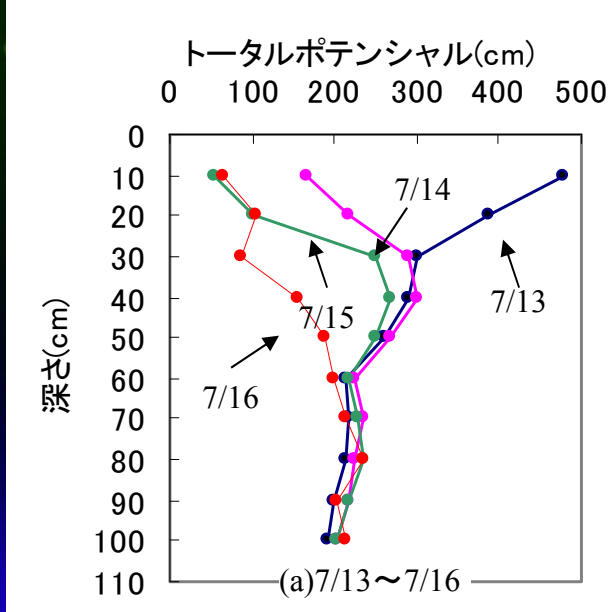
1時間雨量と圃場地下水位の経時変化



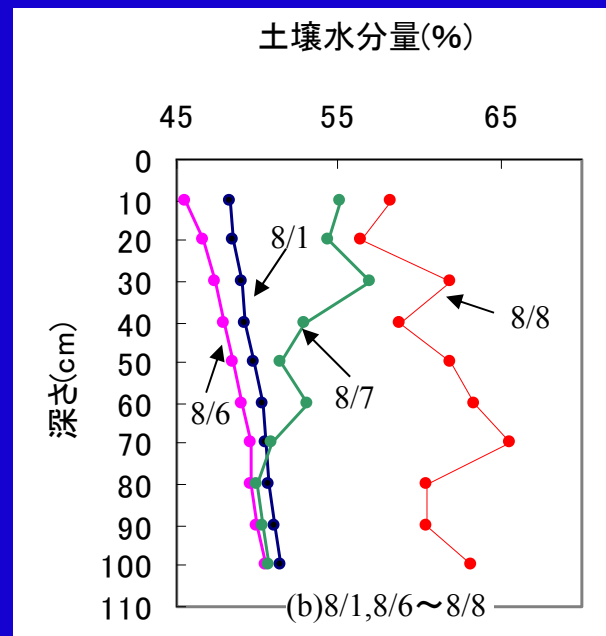
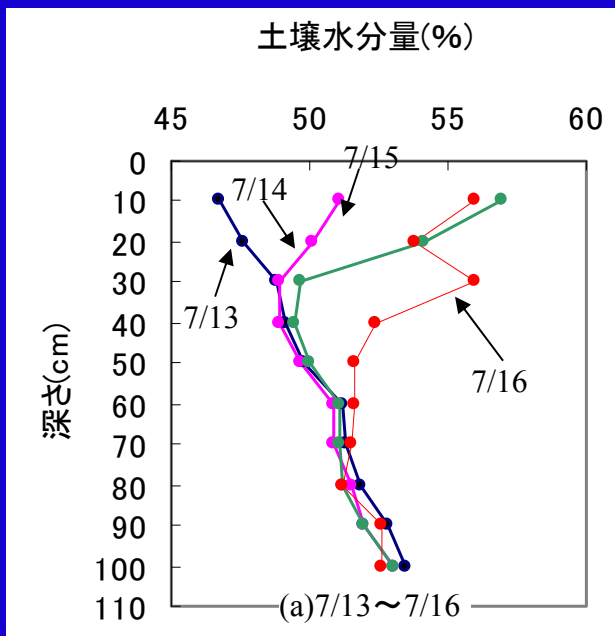
(b期間)

降雨が地下水位の上
昇に寄与した8月6日か
ら8月8日

日雨量と各深さにおけるpF値の経日変化

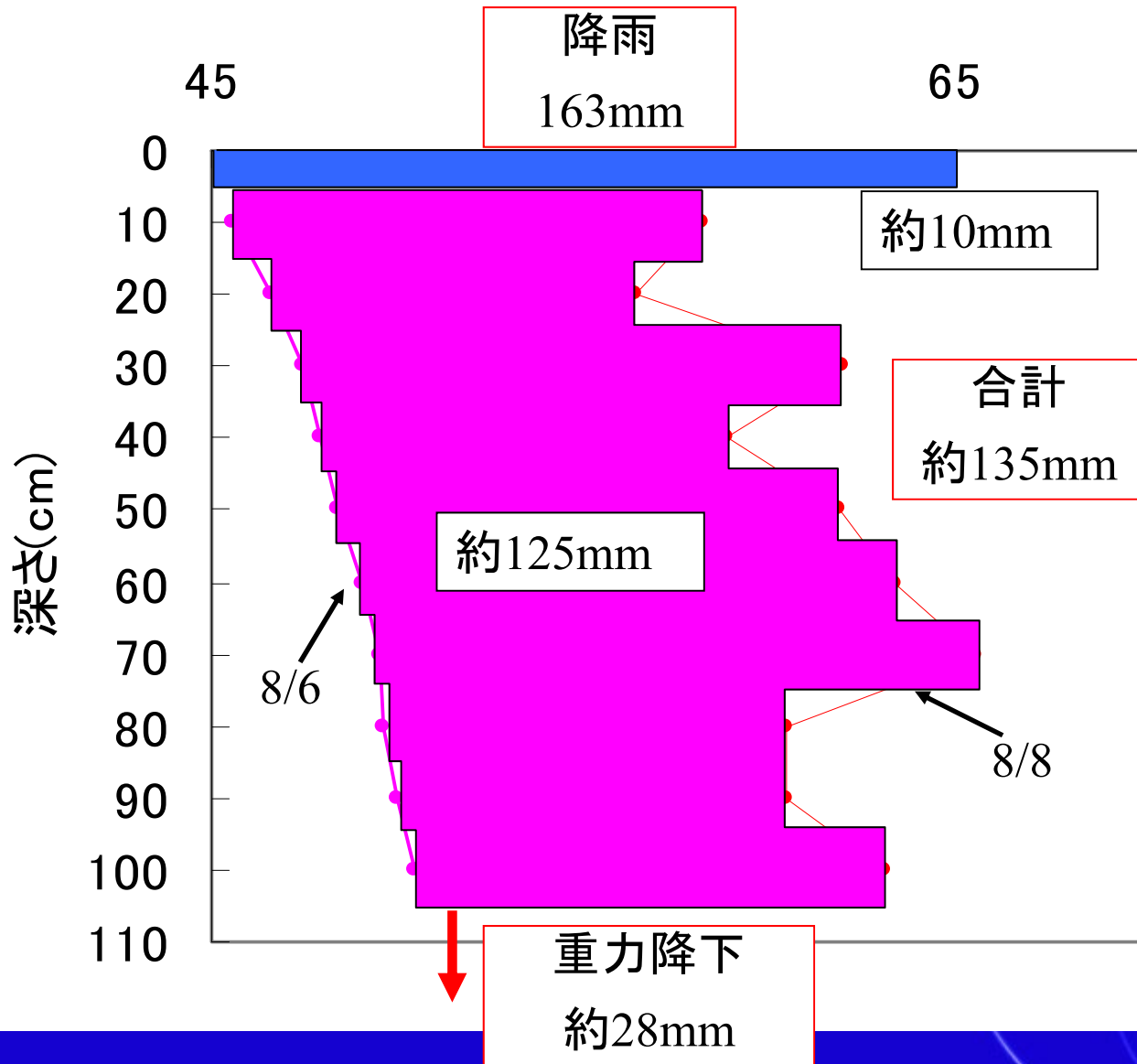


トータルポテンシャルプロファイル経日変化

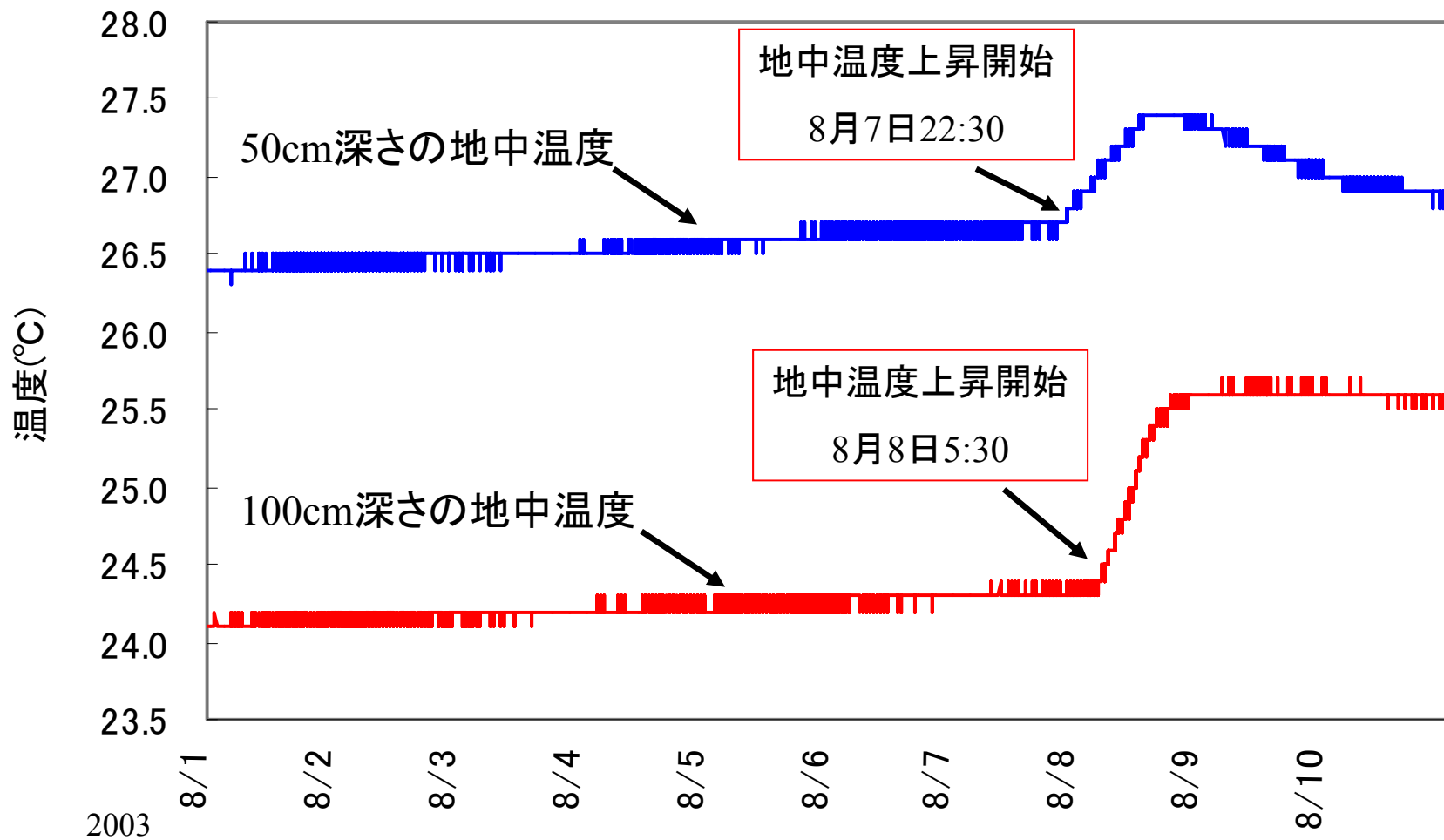


土壌水分量プロファイル経日変化

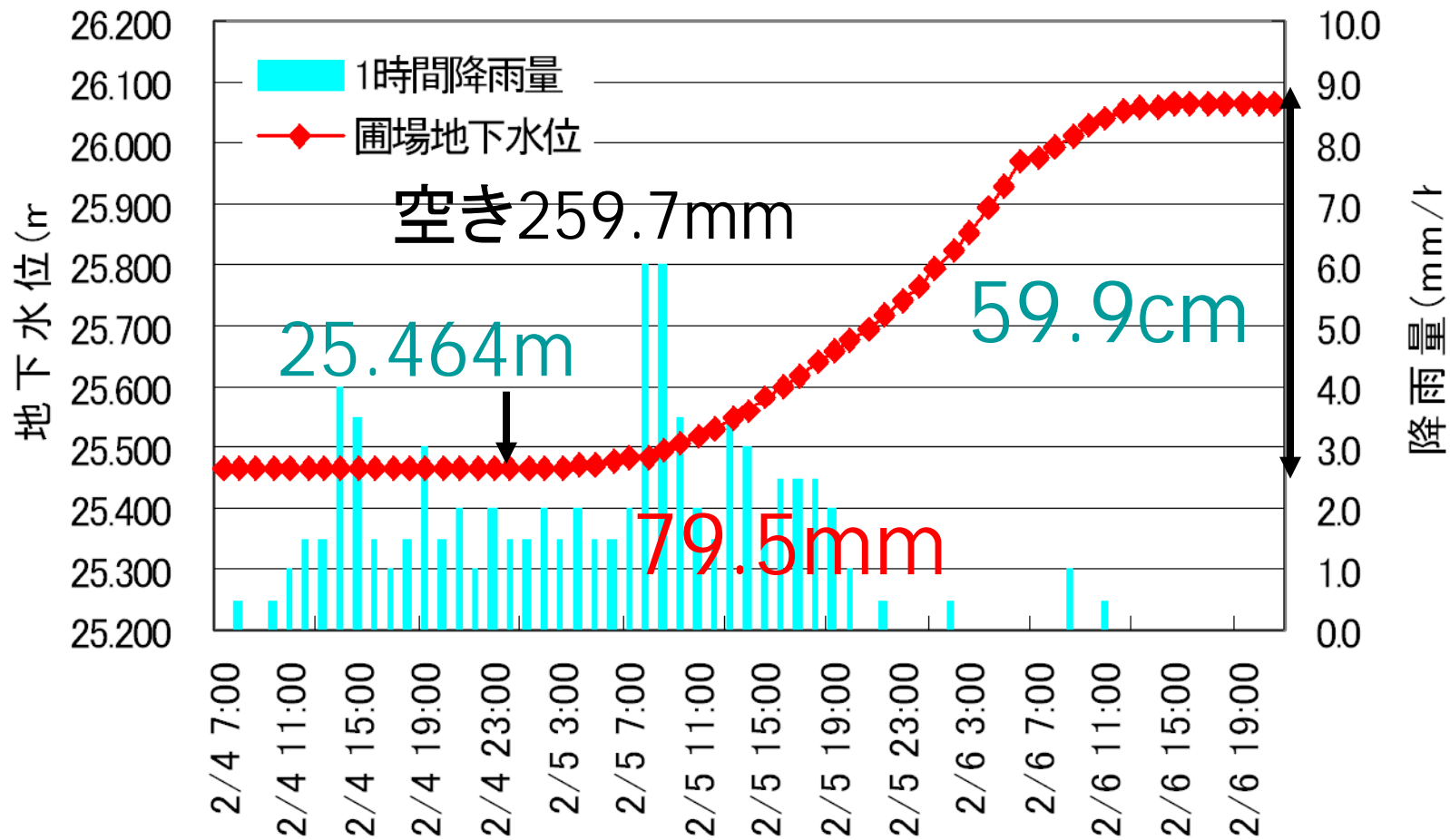
土壤水分量(%)



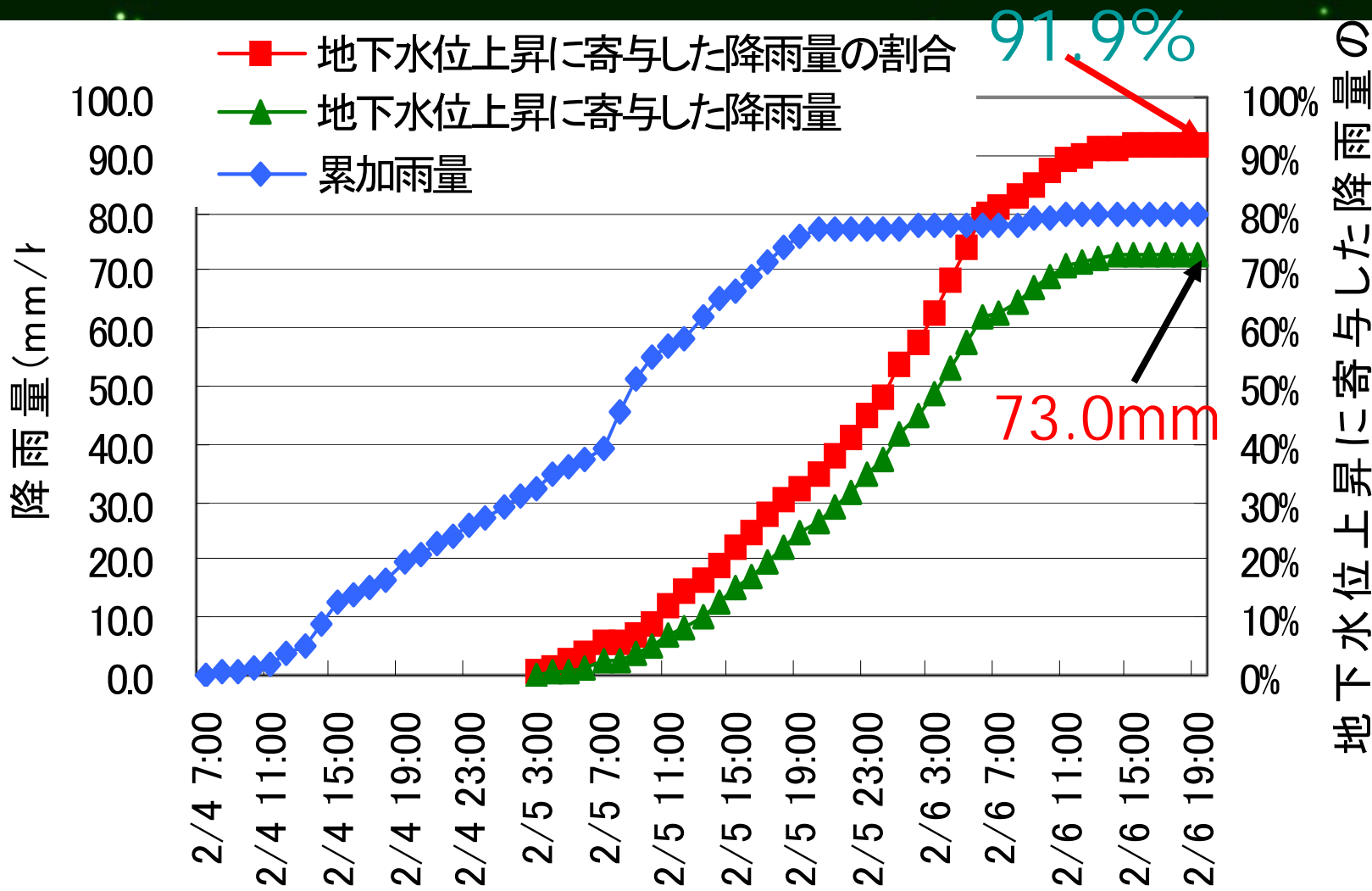
土壤水分增加量



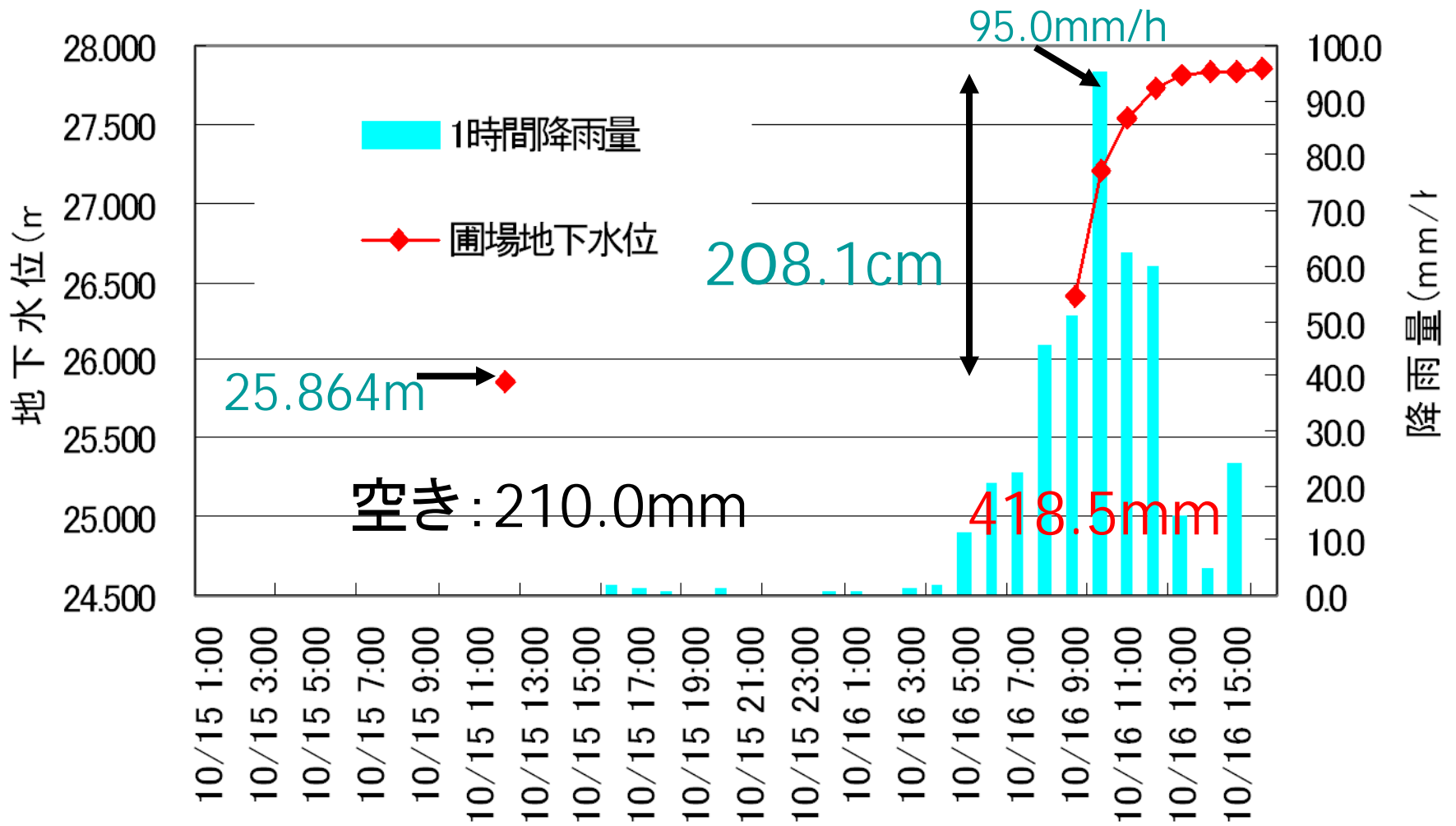
地中温度の変動



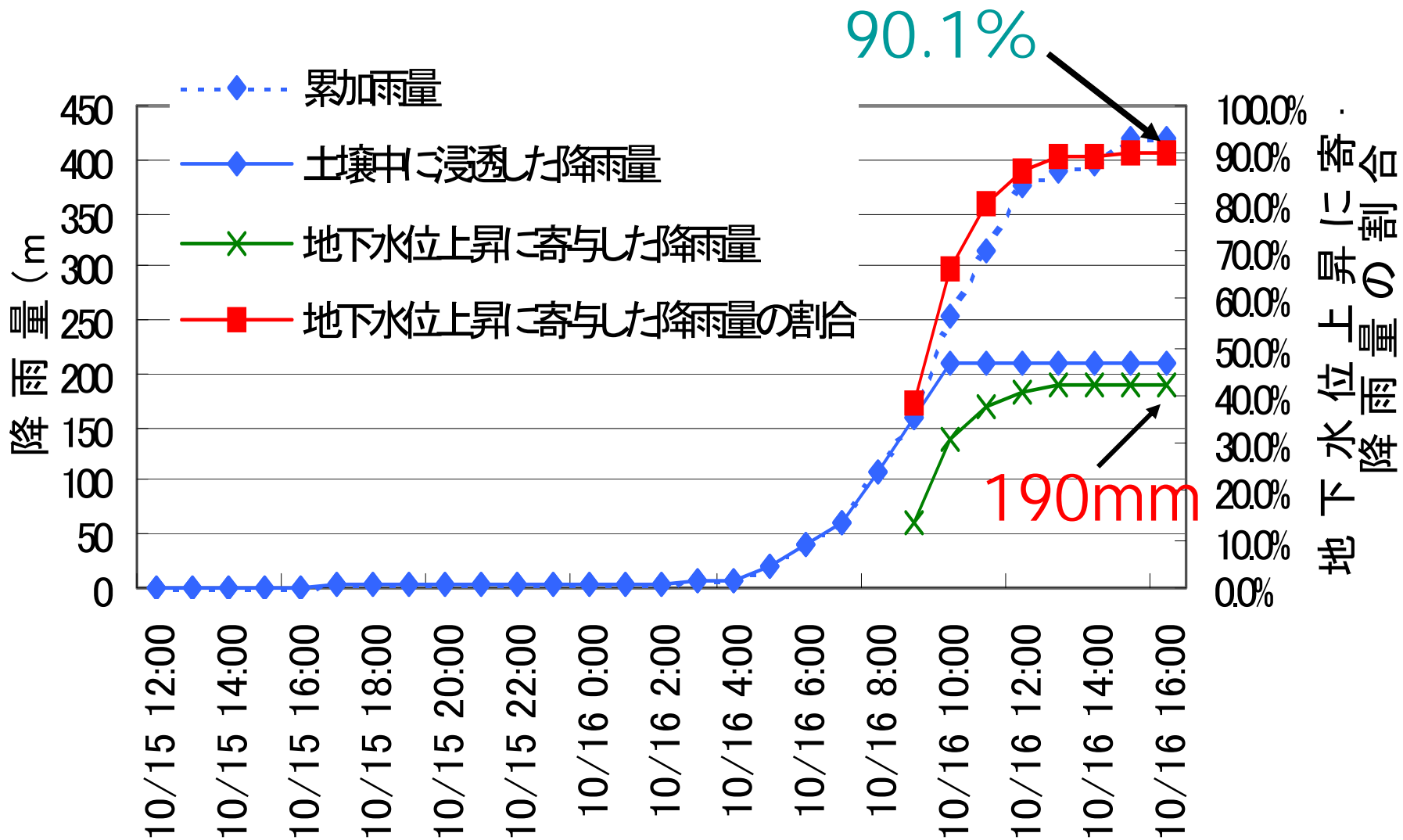
降雨と地下水水位の経時変化(2001年2月4日)



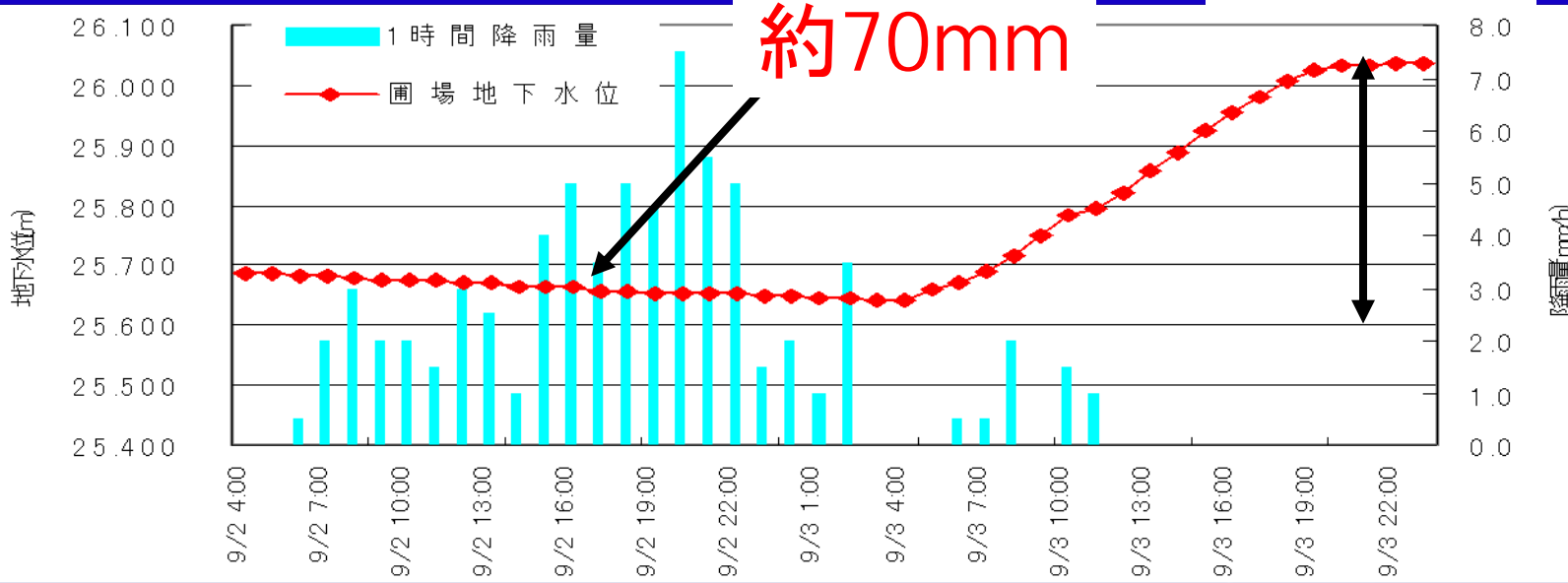
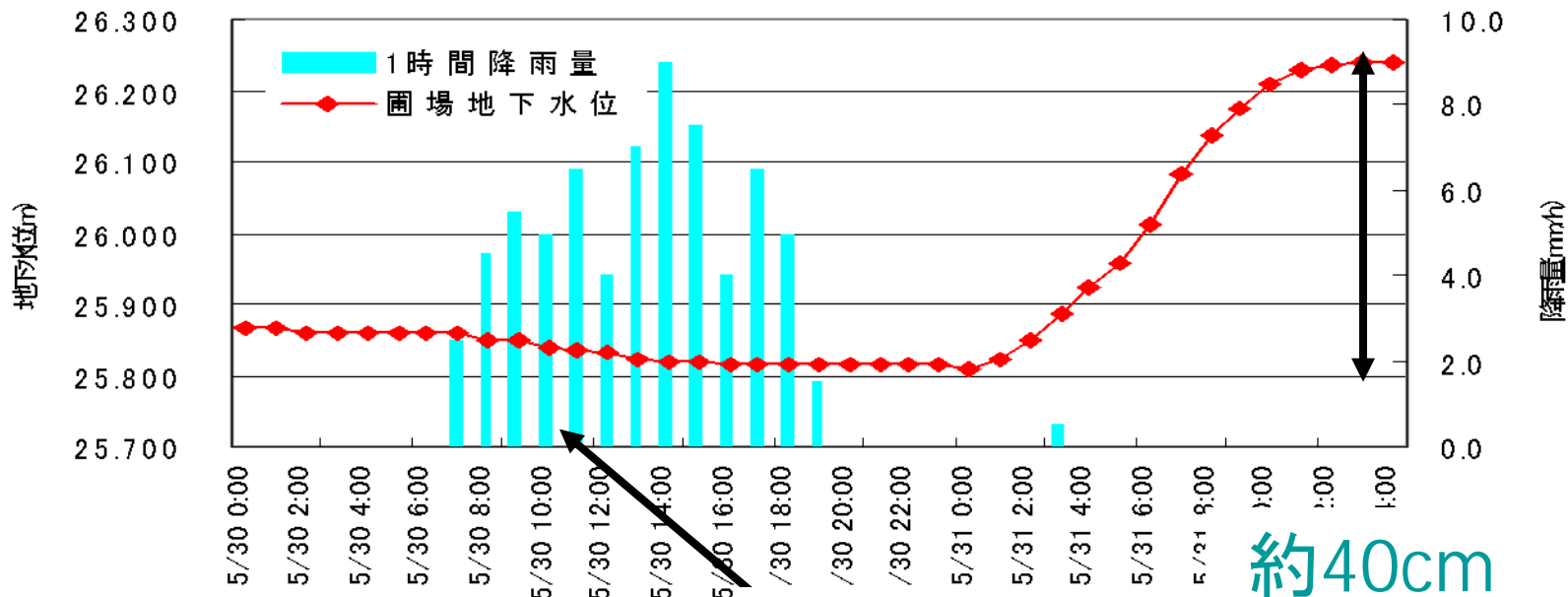
累加雨量と地下水位上昇に寄与した降雨の関係



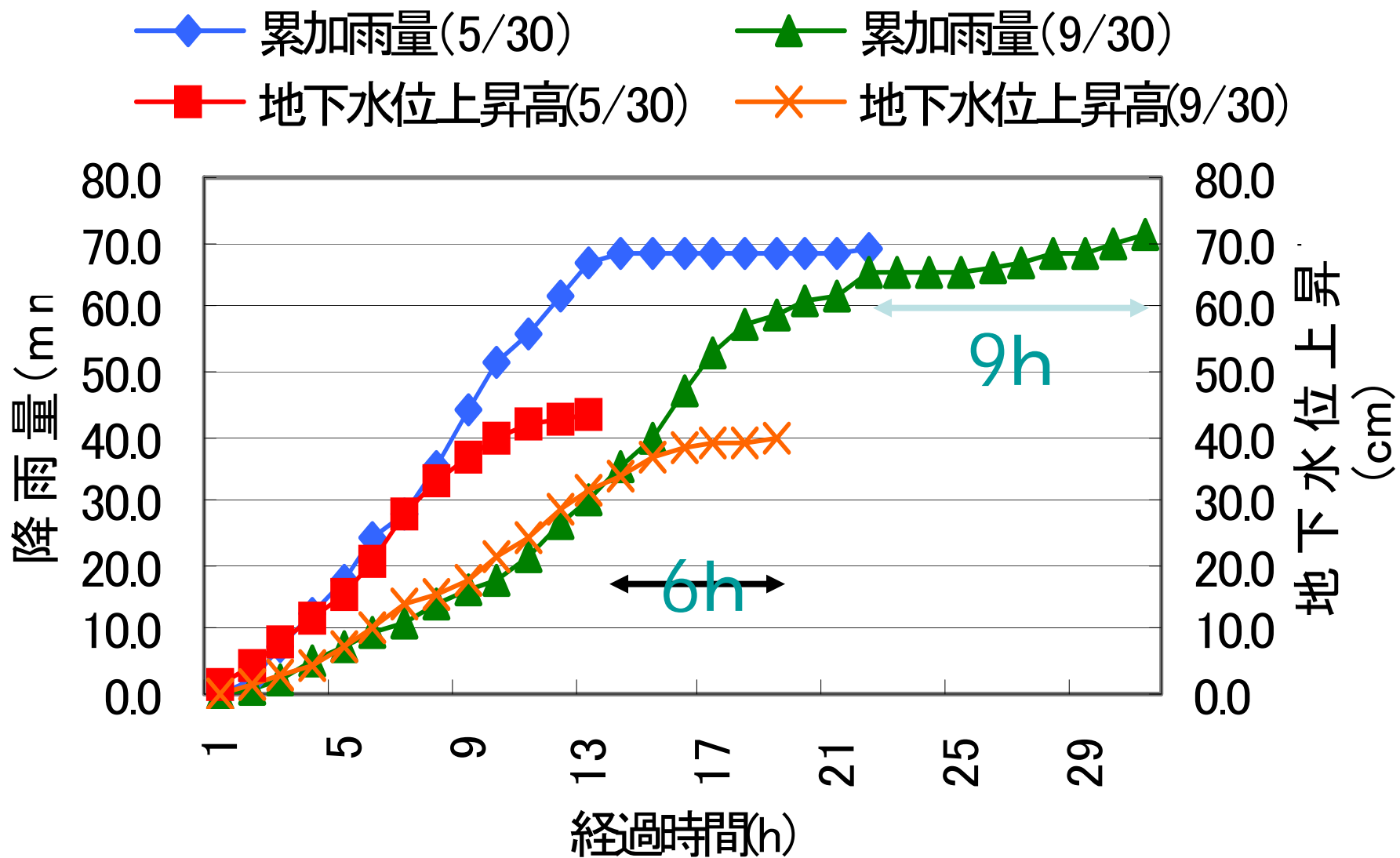
降雨と地下水位の経時変化(2001年10月16日)



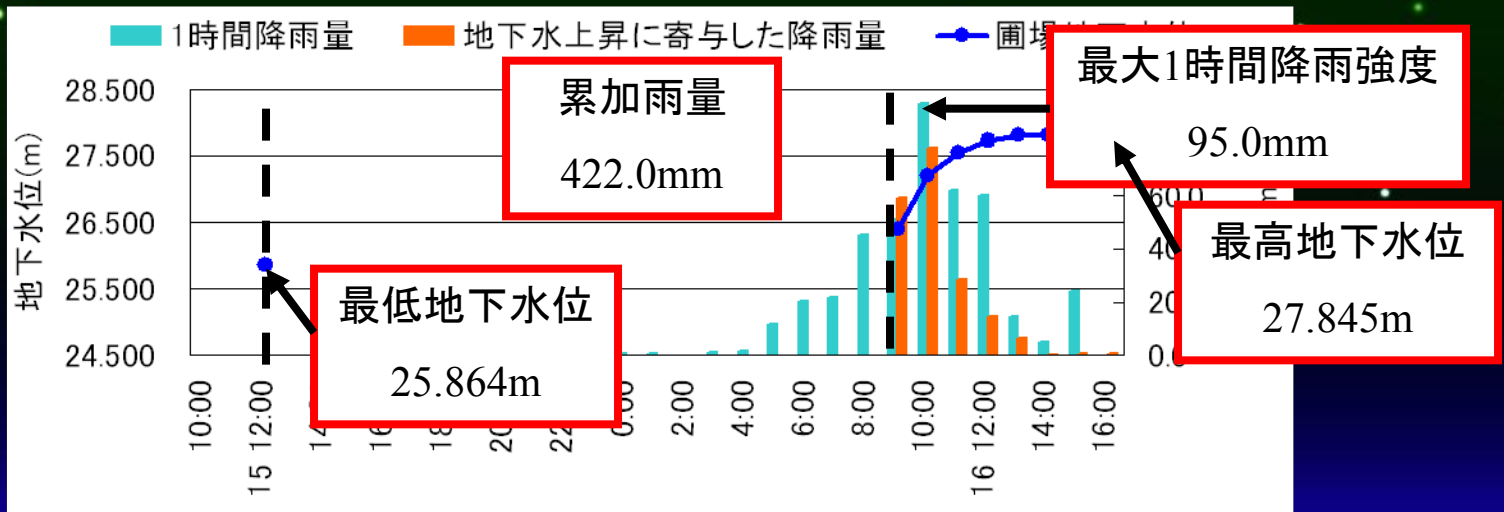
累加雨量と地下水位上昇に寄与した降雨の関係



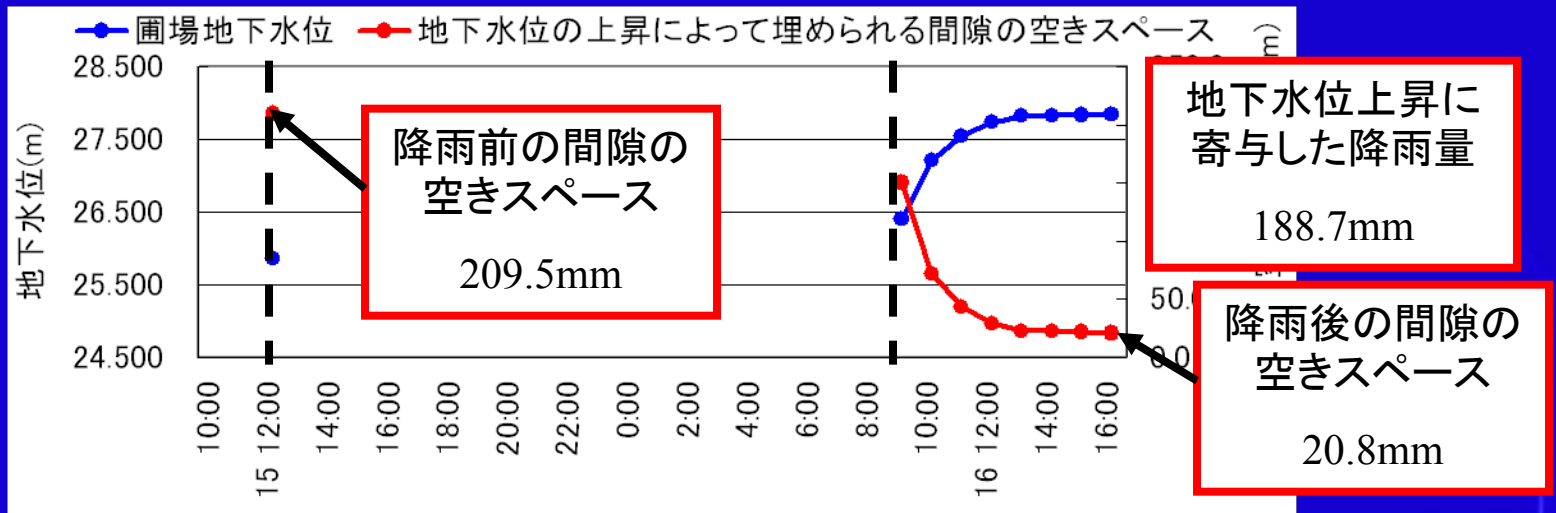
降雨と地下水位の経時変化(2001年5月30日・9月2日)



累加雨量と地下水位上昇高の関係

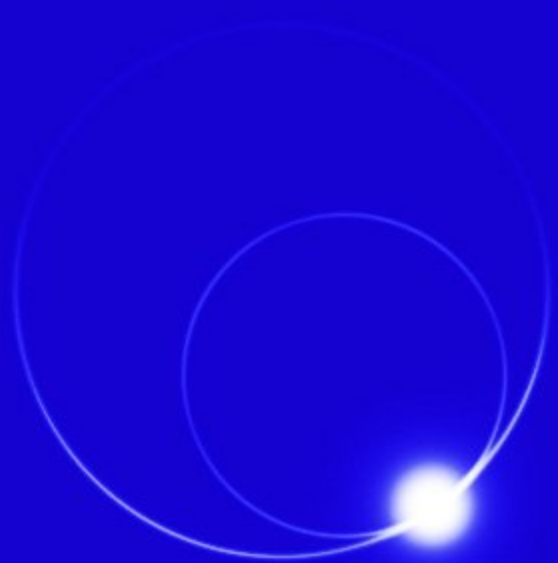


1時間雨量と地下水水位上昇に寄与した降雨量と圃場地下水水位の経時変化(2001 10/15~16)



圃場地下水水位と地下水水位の上昇によって埋められる間隙の空きスペースの経時変化(2001 10/15~16)

時間5分超過のためここで打ち切り



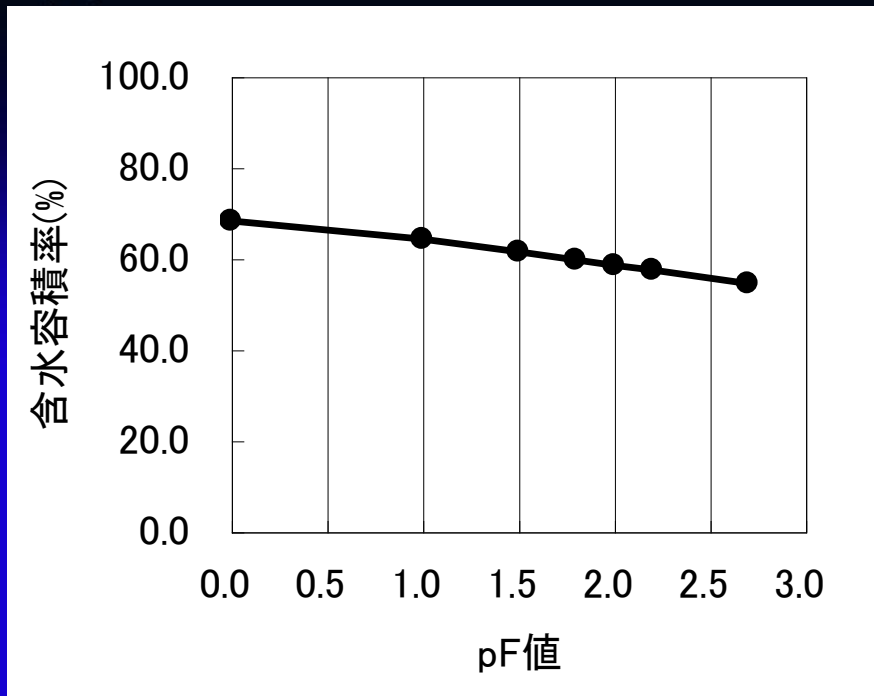
時間不足のため以下は田
淵先生の質問に対して補足
説明で使用したスライド

地下水位上昇の推定

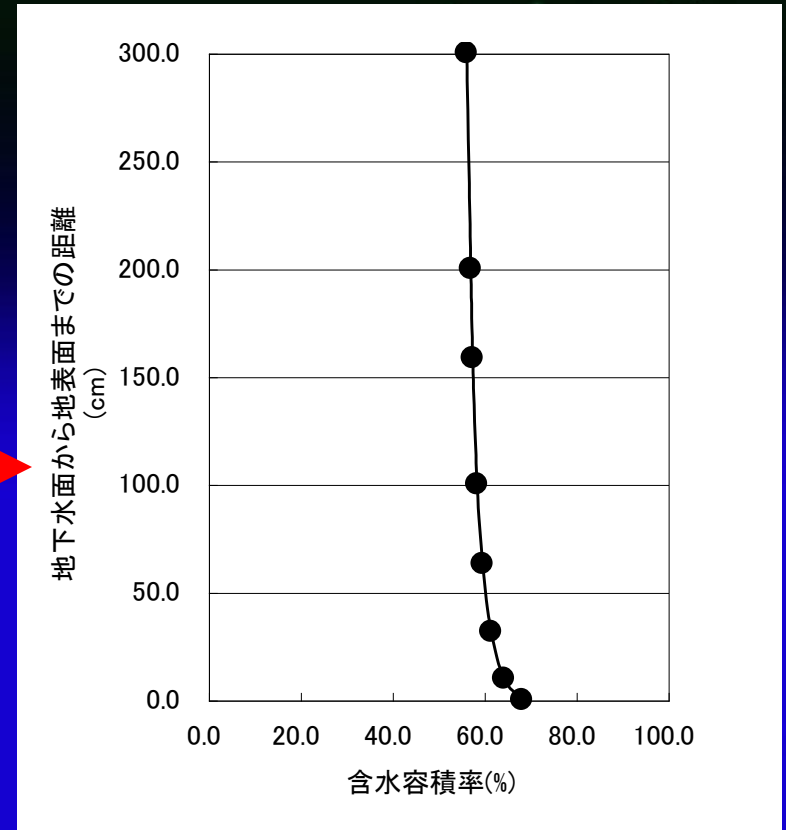
間隙の空きスペース

変化の観点から

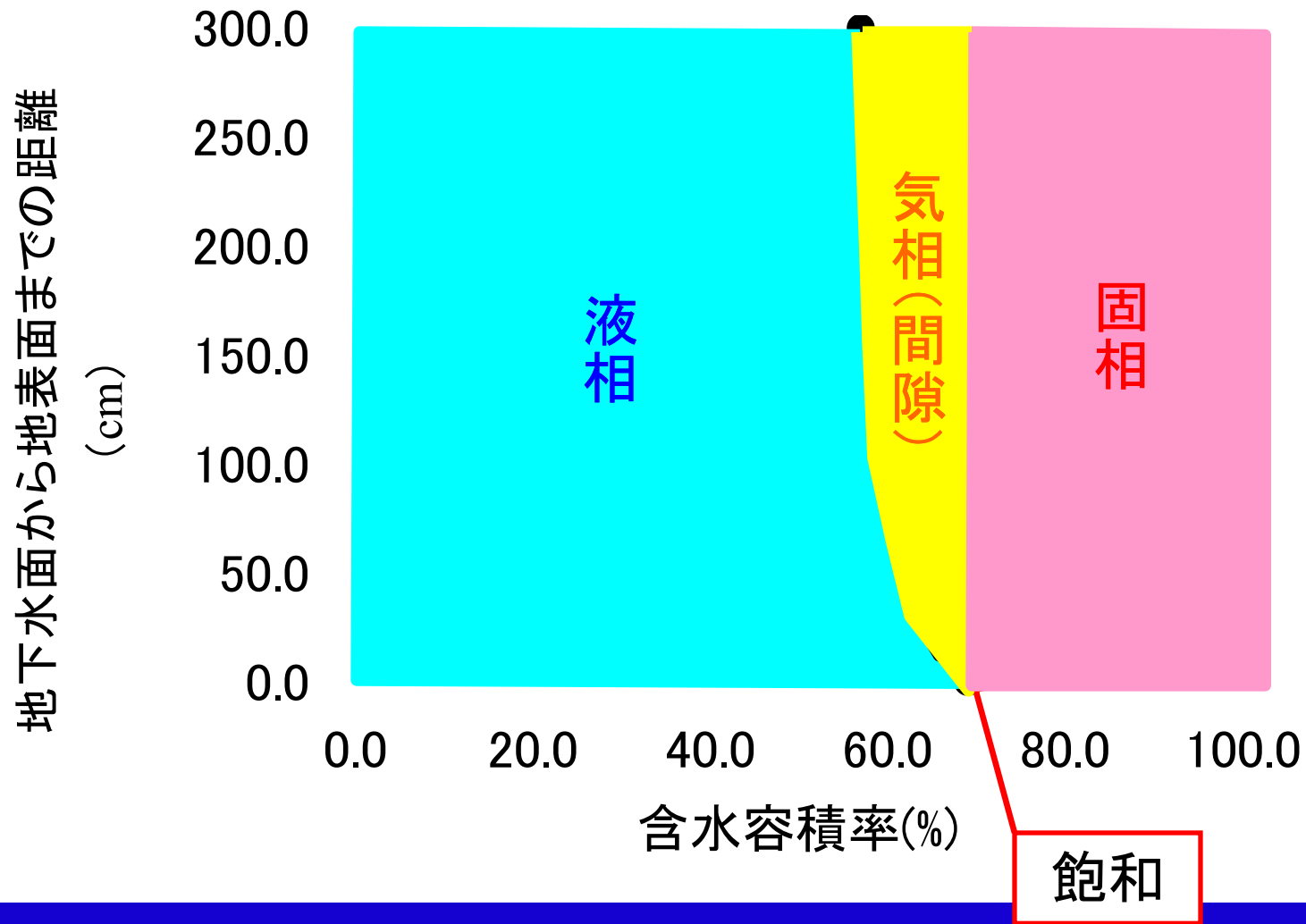
地下水位上昇を解析する。



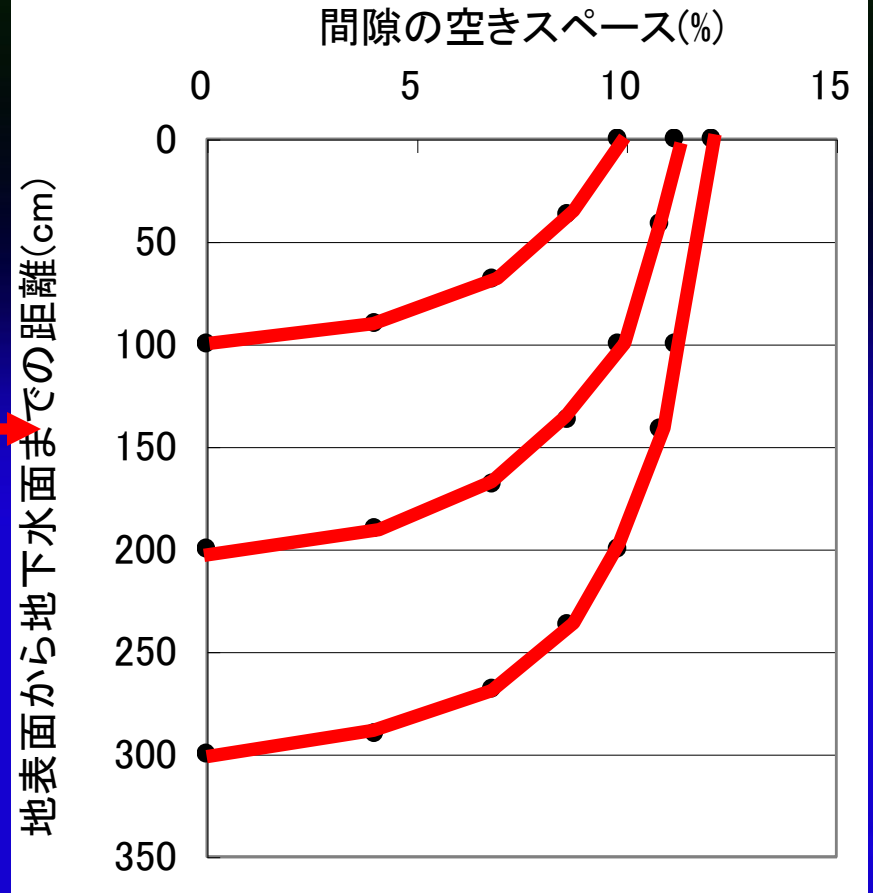
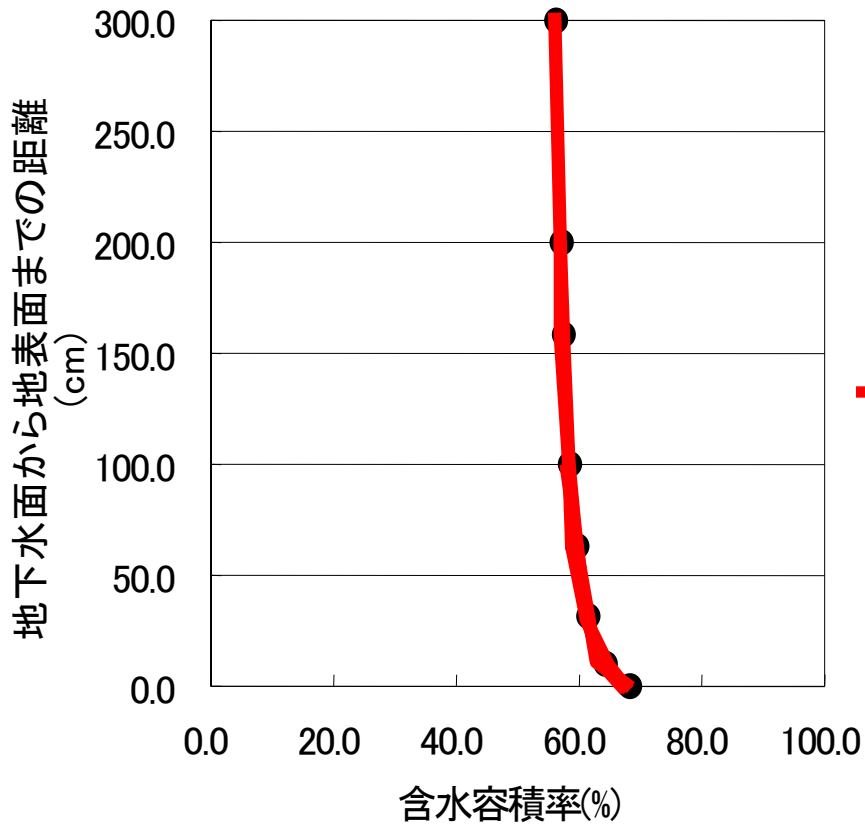
土壤水分特性曲線



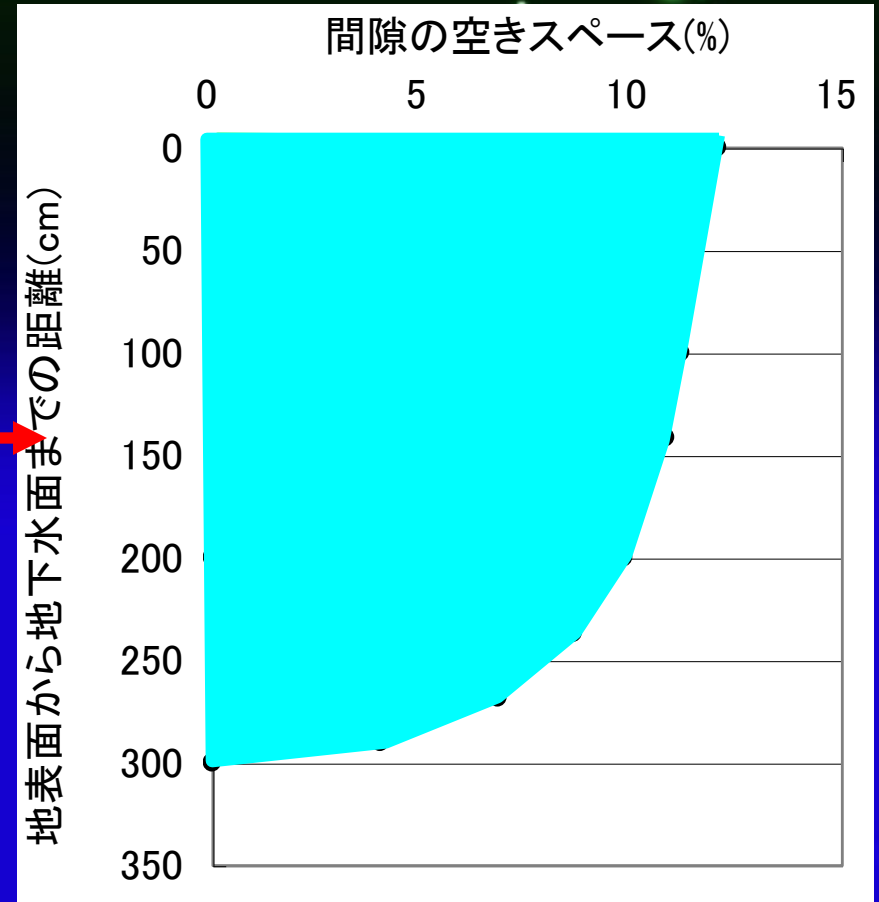
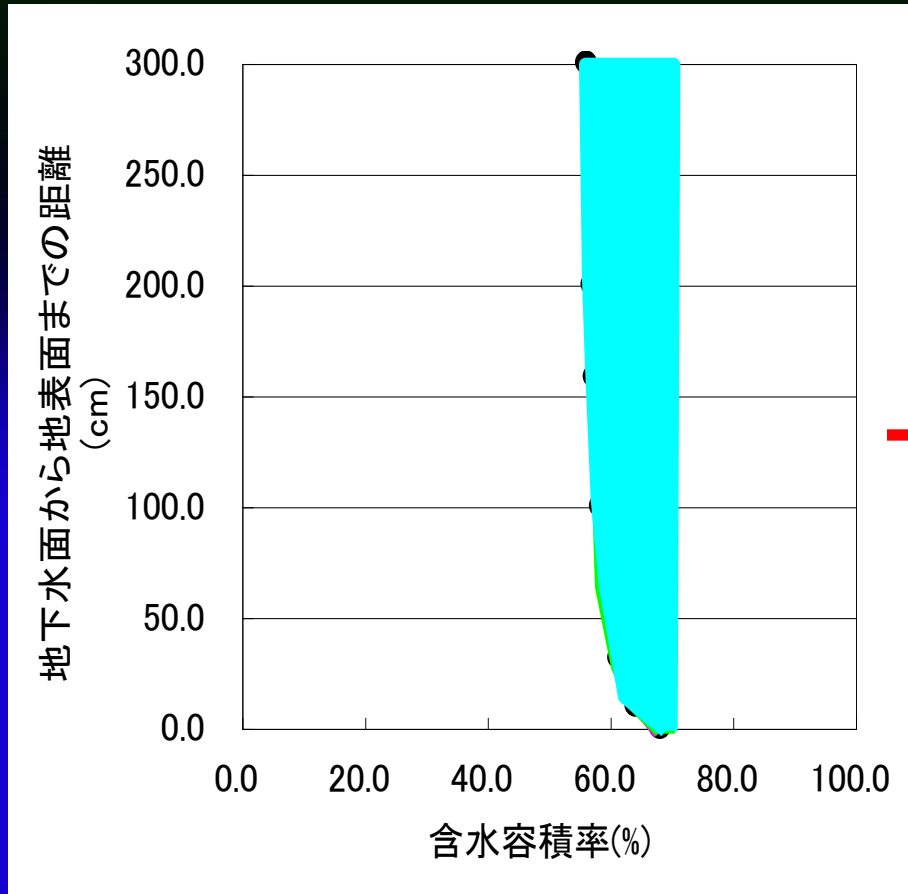
地下水面から地表面までの距離と容積含水率の関係



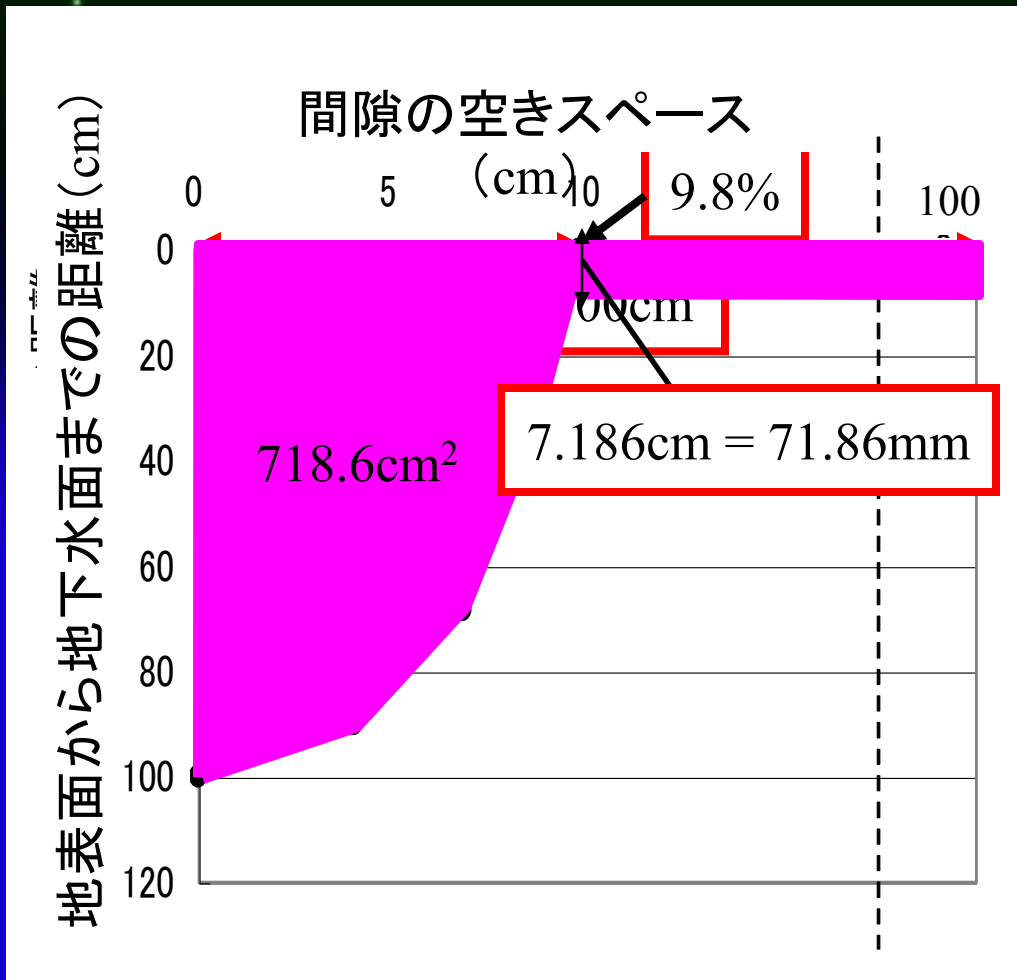
地下水面から地表面までの距離と
容積含水率の関係モデル



間隙の空きスペースと地下水位の関係

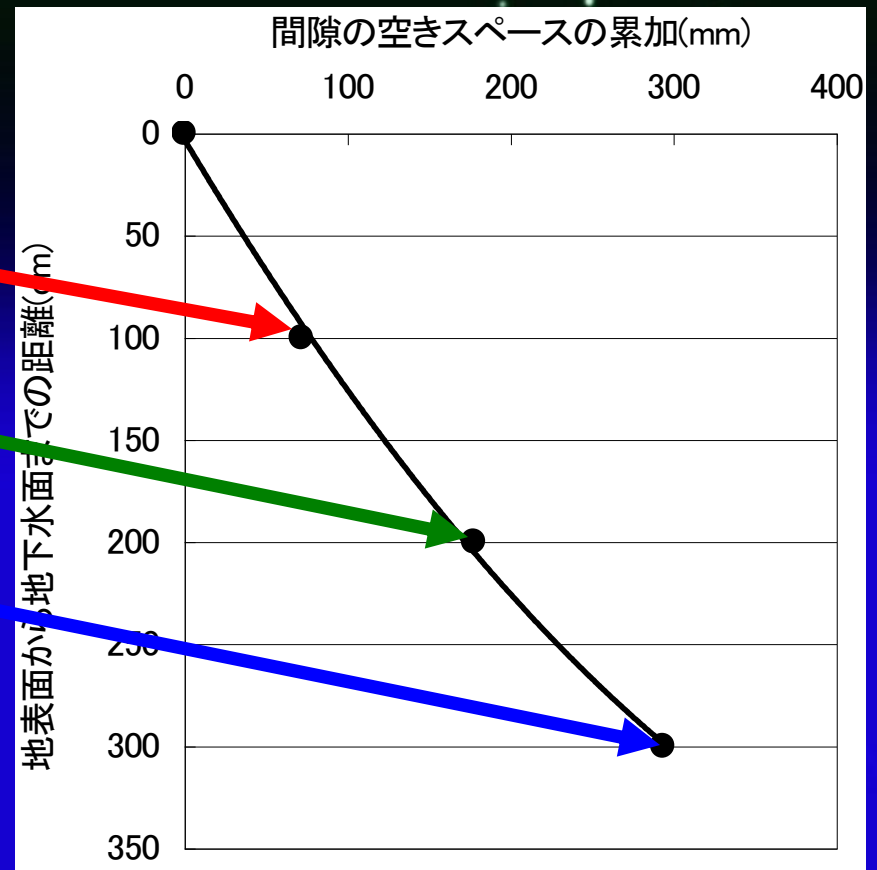
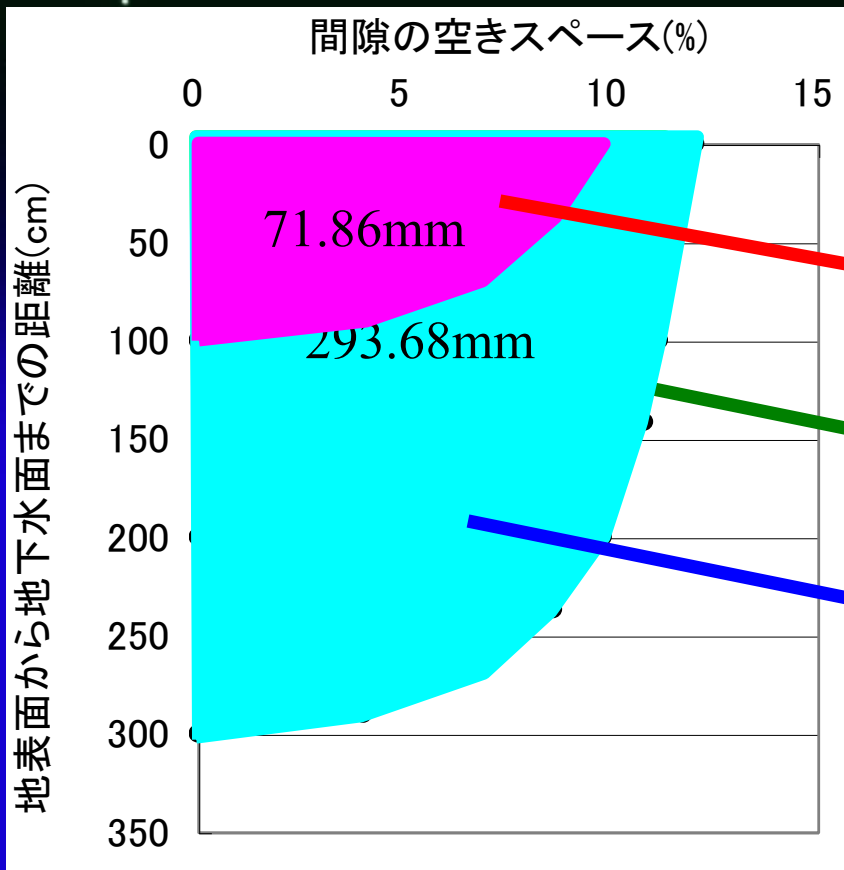


間隙の空きスペースと地下水位の関係

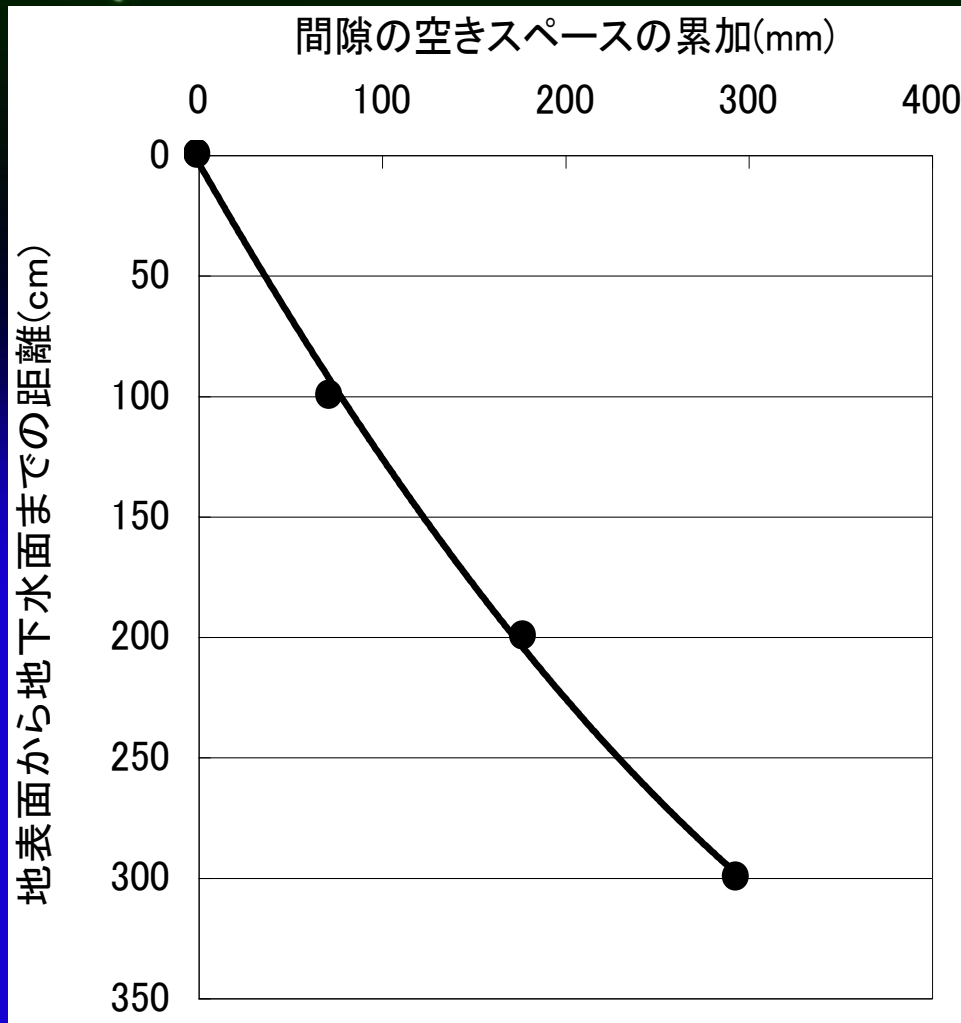


- ① 間隙の空きスペース (%) を距離 (cm) に置き換える.
- ② 間隙の空きスペースの面積を求める.
- ③ 面積 (cm²) を深さ (cm) に換算する.

間隙の空きスペースの深さへの換算



間隙の空きスペースの累加と
地表面から地下水面までの距離の関係



$$x = 0.0011y^2 + 0.6558y - 1.189$$

x : 間隙の空きスペース

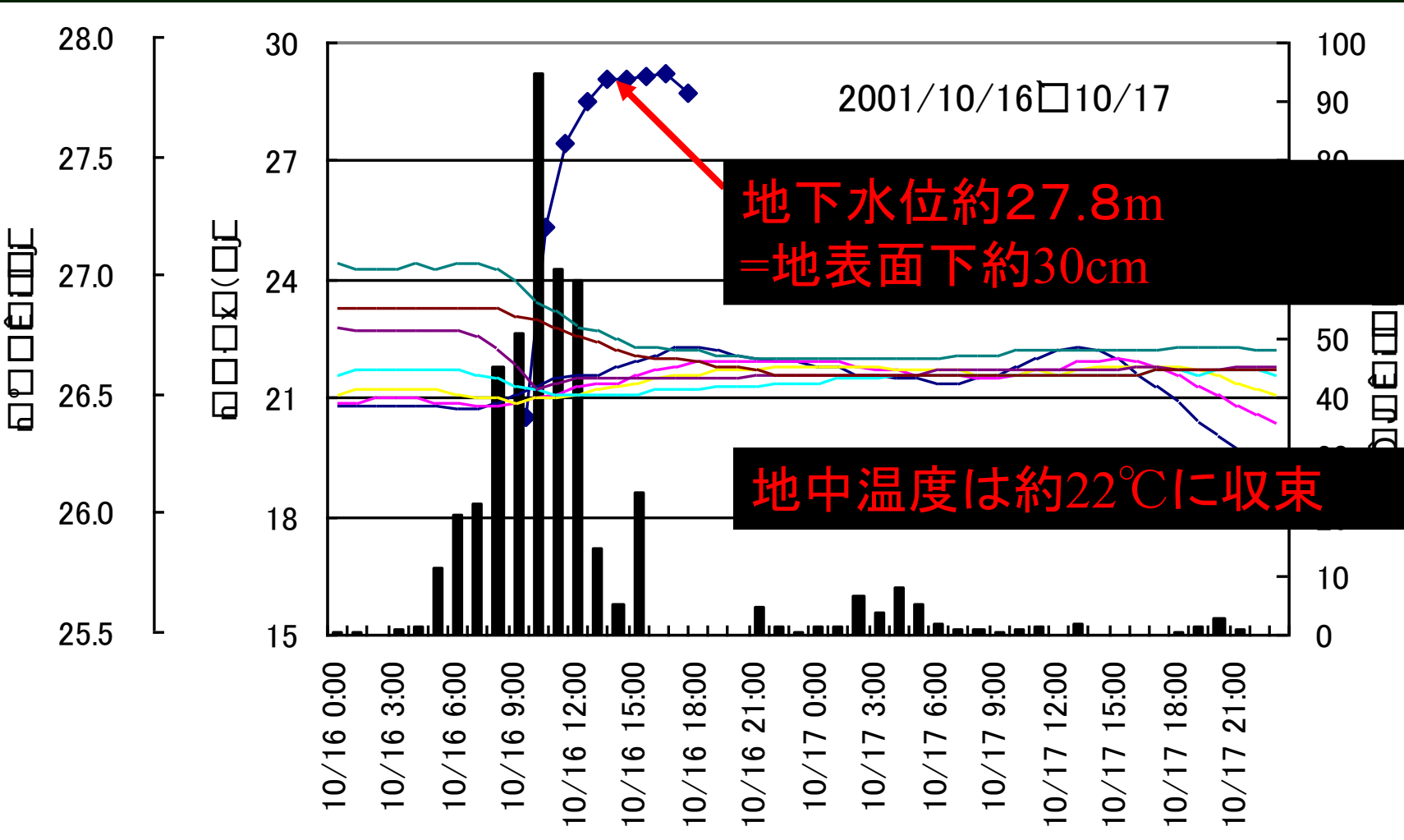
y : 地表面から
地下水面までの距離

間隙の空きスペースの近似式

地下水位は
どれだけの情報を
提供してくれているのか
それは受け取る側の
要求度によってきまるのでは？

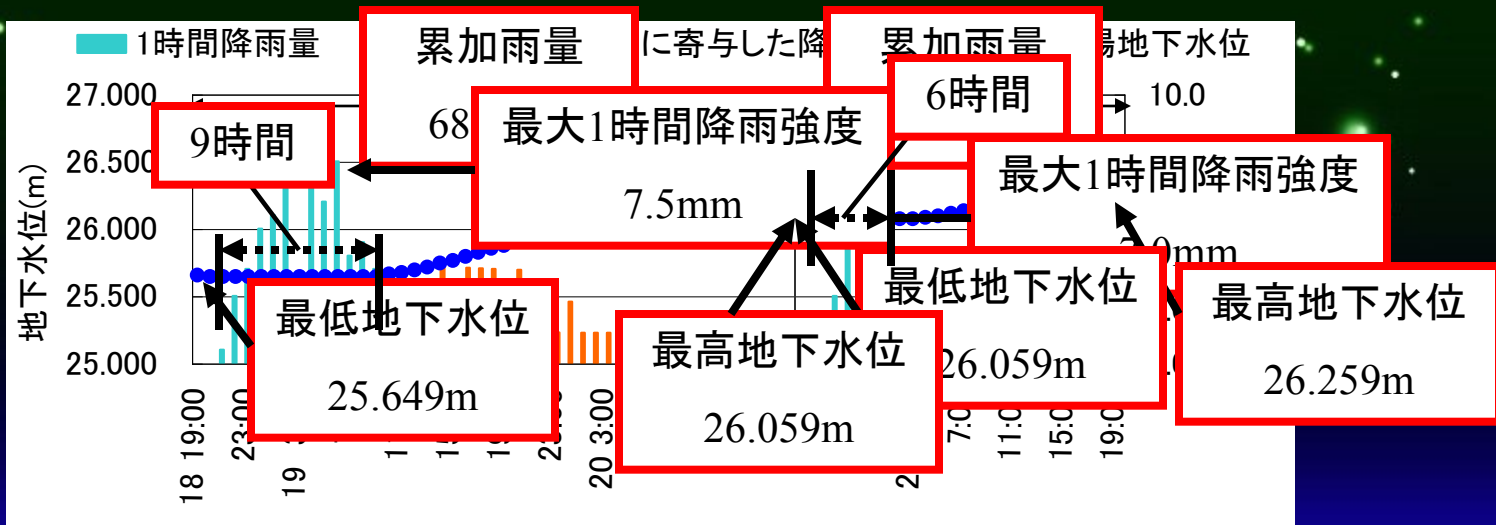
2003. 10. 31
水文・水環境研究部会
山村善洋

Presentation END

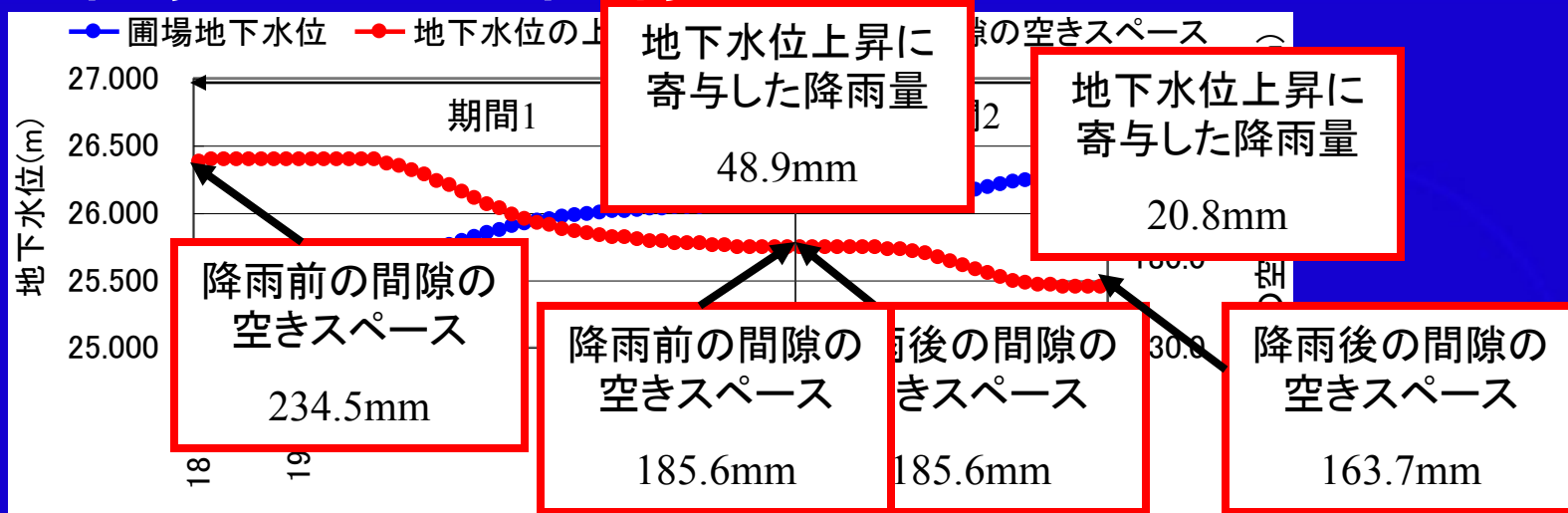


- 量・強度ともに大きい雨に伴う地下水水位の上昇により土壌中の間隙が飽和されると地中温度は同温になる。

地中温度変動と地下水水位変動



1時間雨量と地下水位上昇に寄与した降雨量と 圃場地下水位の経時変化(2002 12/18~21)



圃場地下水位と地下水位上昇によって埋められる 間隙の空きスペースの経時変化(2002 12/18~21)