

# 図書館の温湿度環境と図書資料の保存

神戸大学大学院工学研究科建築学専攻

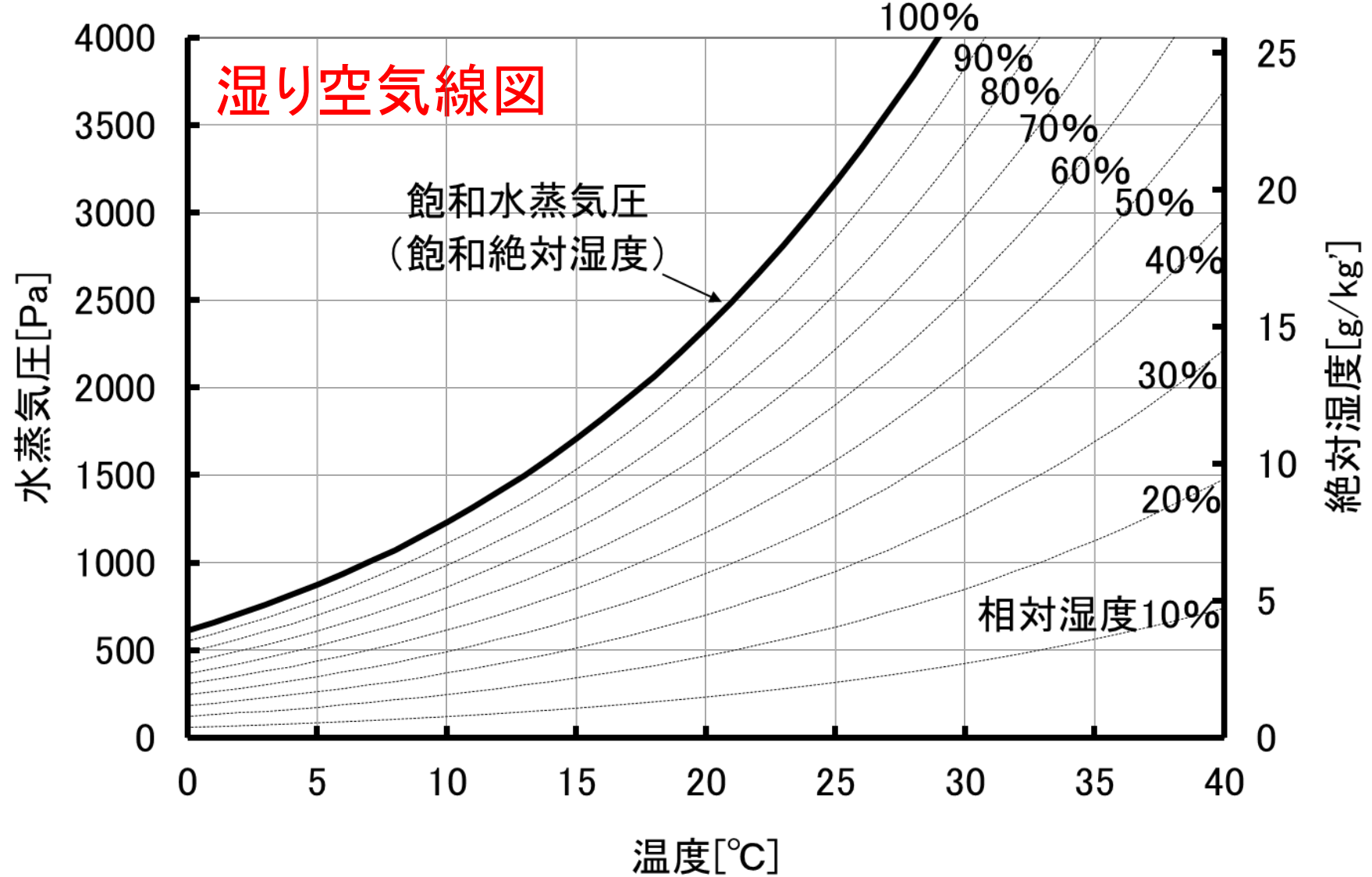
高田 暁

2019.10.18

## 本日の内容

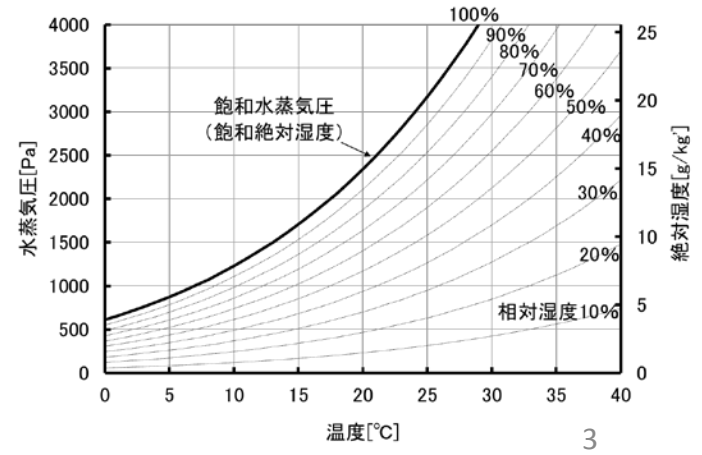
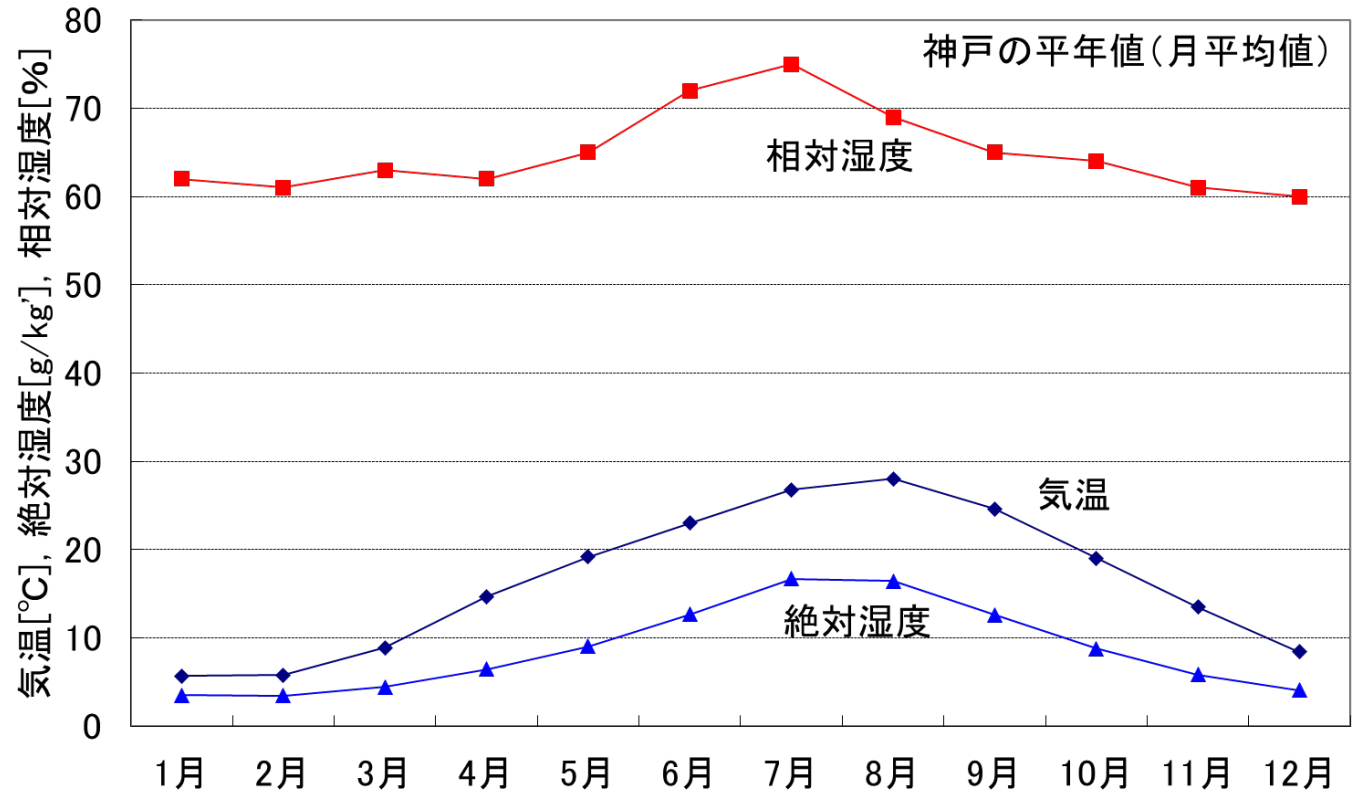
1. 温度、相対湿度、絶対湿度、水蒸気圧
2. 外界気象
3. 外界気象と室内環境
4. 多孔質材料中の含水率(平衡含水率)
5. 温湿度の測定器
6. K大学S系図書館での事象
  - 6.1 貴重書庫でのカビ発生
  - 6.2 A棟1Fの温度分布(地盤の影響)
  - 6.3 A棟の外気導入換気システム
  - 6.4 除湿機の影響
7. カビの発育しやすい温湿度条件
8. 図書資料の保存環境はどうあるべきか

# 1. 温度・相対湿度・絶対湿度・水蒸気圧



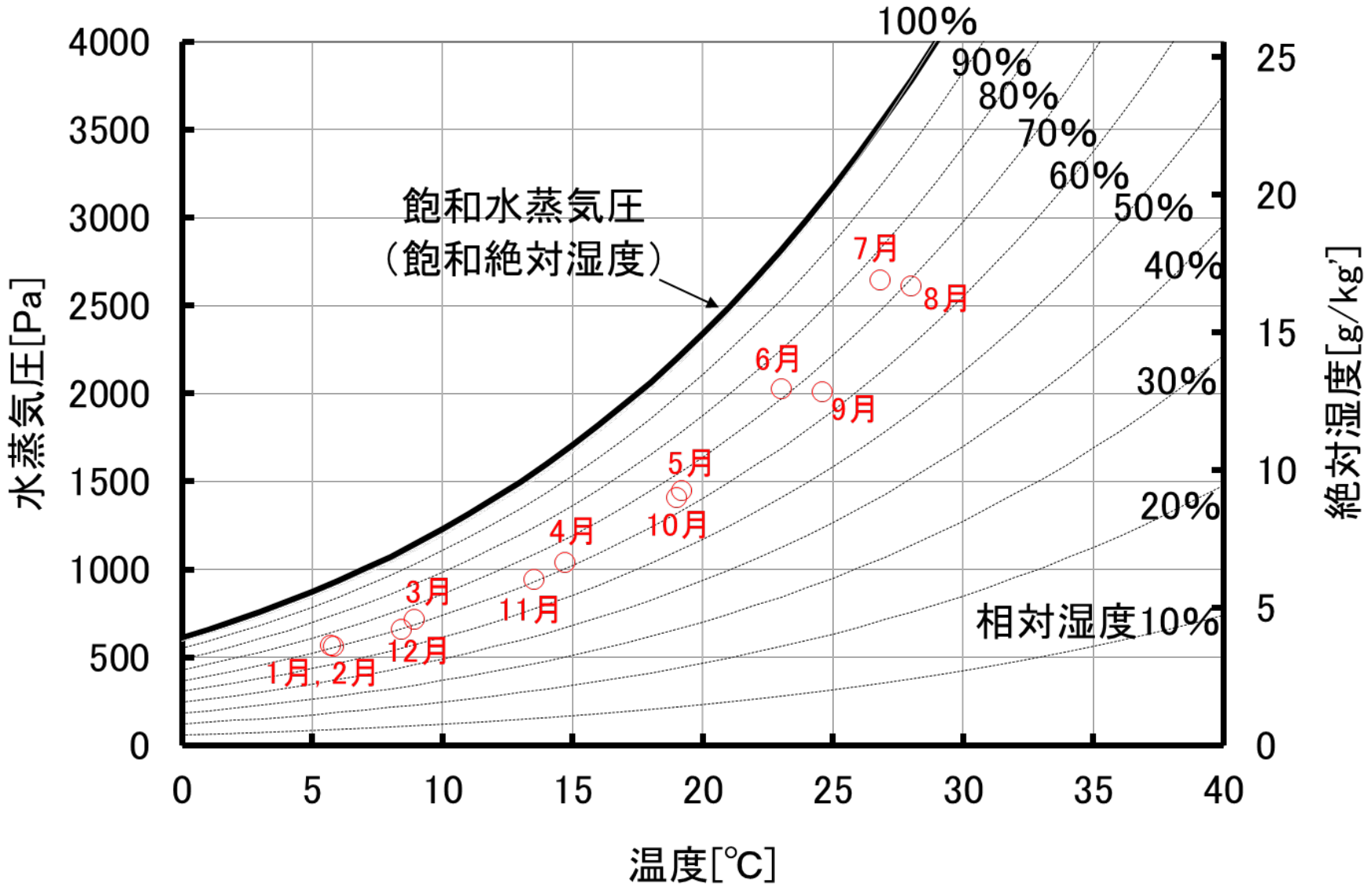
- ・相対湿度: ある気温における飽和水蒸気圧に対する空気の水蒸気分圧の百分率。
- ・絶対湿度: 湿り空気のうち乾燥空気1kgあたりの水蒸気量(kg)。単位はkg/kgDA、kg/kg'などで表す (DA: dry air)。
- ・水蒸気圧: 混合気体における水蒸気分圧。単位はPaで表す。絶対湿度とほぼ比例関係にある。

# 2. 外界気象

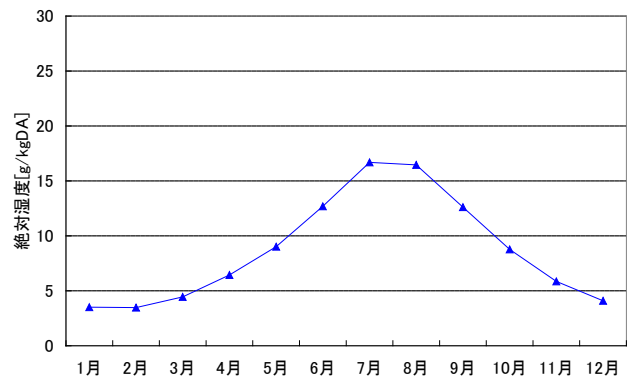
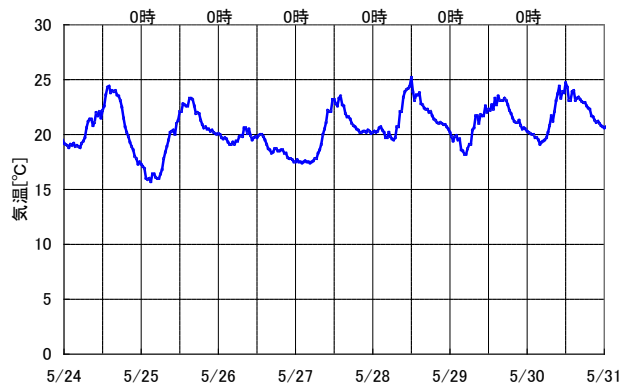
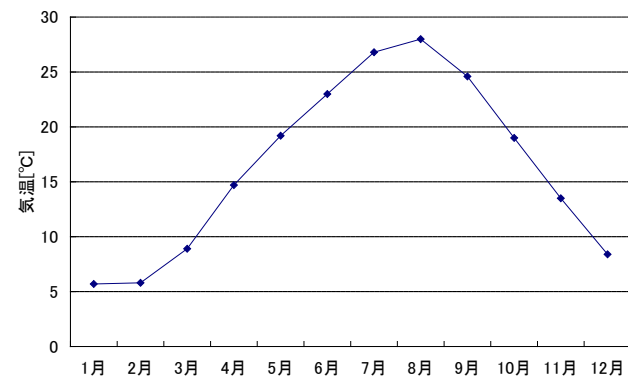


(注) 月別平年値は1971年から2000年までの平均値

# 神戸の平年値(月平均値)を湿り空気線図にプロットしたもの



# 年周期変動と日周期変動



気温:

季節による変動が明確

昼間は日射により高くなり、  
夜間は低くなる

曇天の日の日変動幅は、  
晴天の日より通常は少ない

絶対湿度:

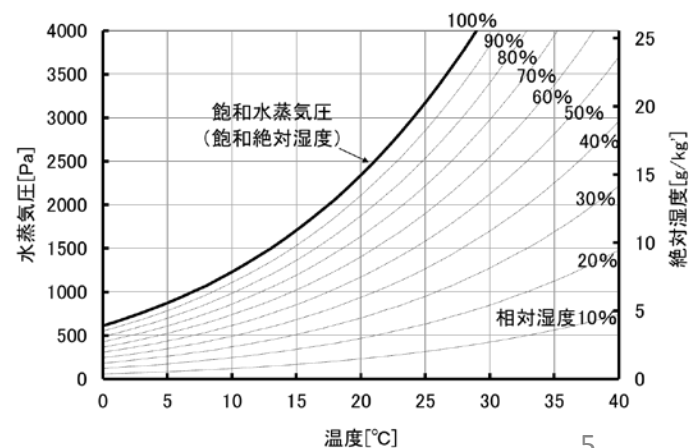
季節による変動が明確

日変動幅は大きくない

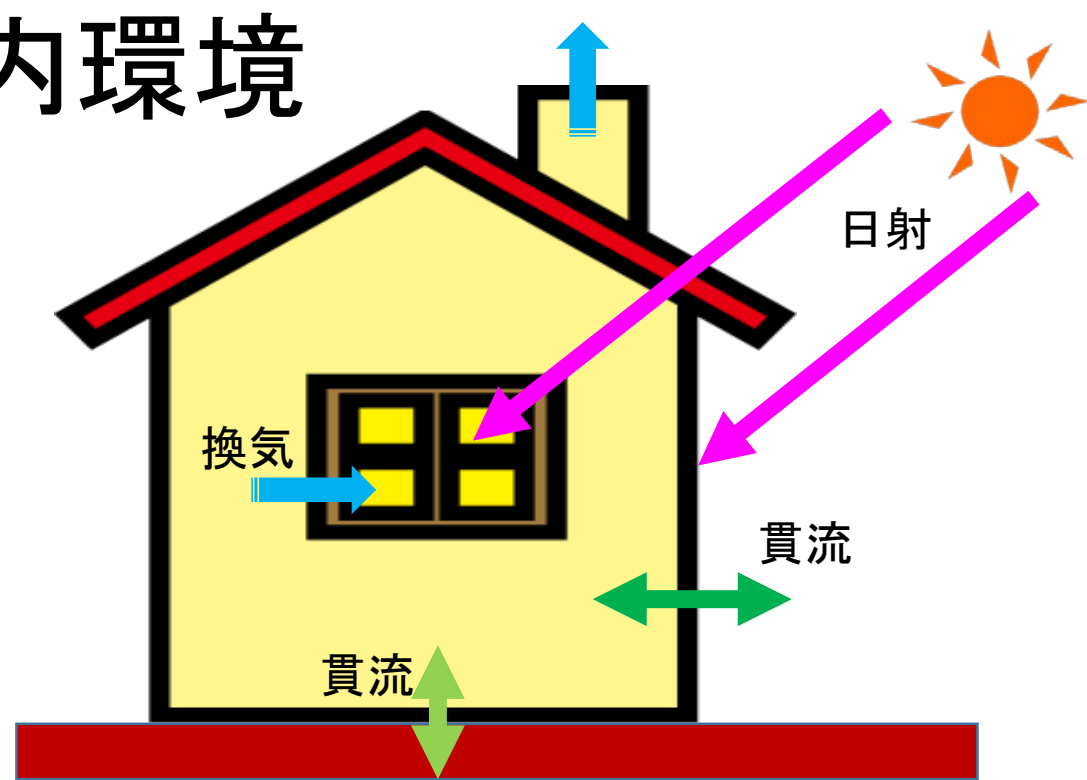
数日程度の周期での  
変動幅が大きい

神戸の外気温と絶対湿度 (左: 月別平年値、右: 一週間の測定例)

(注) 月別平年値は1971年から2000年までの平均値である。



# 3. 外界気象と室内環境



## ● 室内と外界とのやり取り

- ・壁や窓を通しての熱・湿気の入出力(貫流)
- ・空気の移動に伴う熱・湿気の入出力(換気)
- ・地盤との熱・湿気のやり取り(貫流)
- ・日射が窓を透過することにより熱が入る

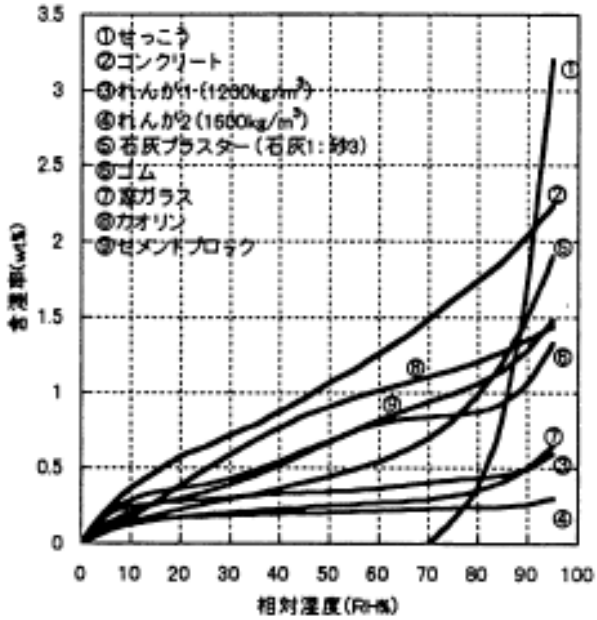
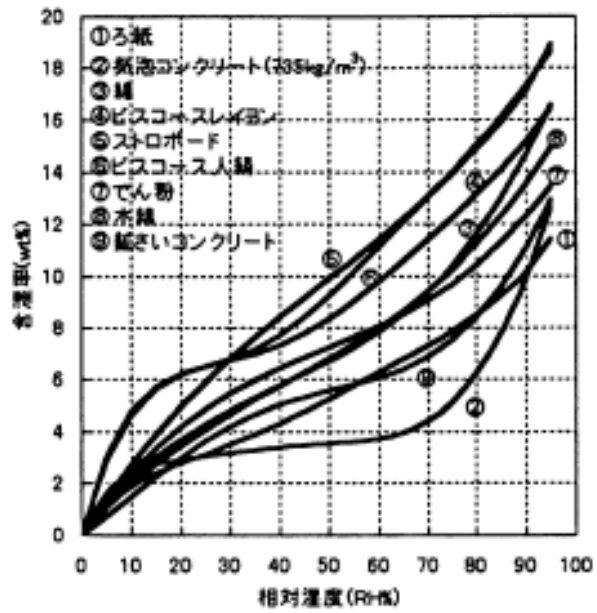
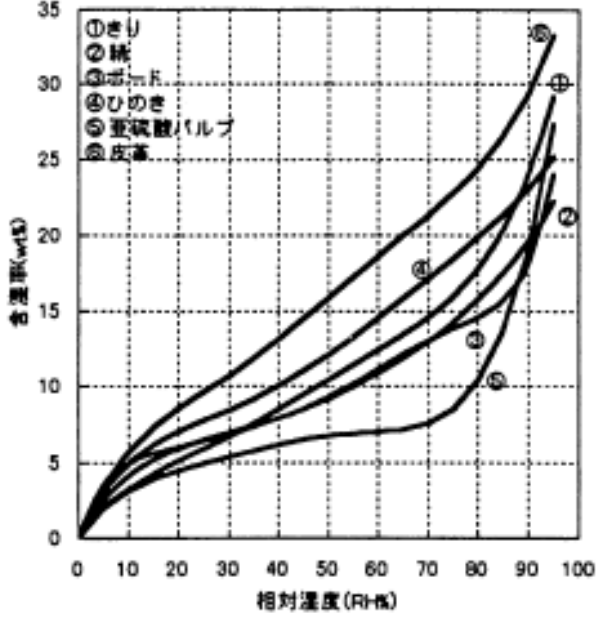
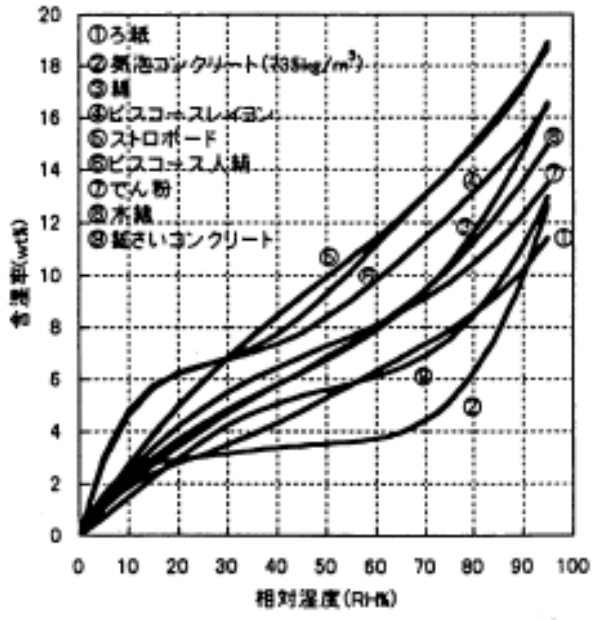
## ● 室内での発生

- ・人体からの熱・湿気発生、機械からの熱・湿気発生
- ・エアコンによる冷房(熱除去と除湿)、暖房(熱供給)

Cf. 石油・ガストーブからの熱・湿気発生

- ・除湿機、加湿器
- ・炊事、洗濯等による熱・湿気発生

# 4. 多孔質材料中の含水率(平衡含水率)



- ・多孔質材料
- ・材料に固有の曲線
- ・一定の温湿度の湿り空気中に長時間放置すると、材料内にある量の水分が保持され、湿り空気と平衡する。この水分量を平衡含水率という
- ・相対湿度が高いと材料内の含水率(含湿率)が高くなる
- ・材料の吸放湿特性に関係

銜井修一, 池田哲朗, 新田勝通,  
 エース建築環境工学Ⅱ—熱・湿気・換気—, 朝倉書店, p.84, 2002.

# 5. 温湿度の測定器 (湿度)

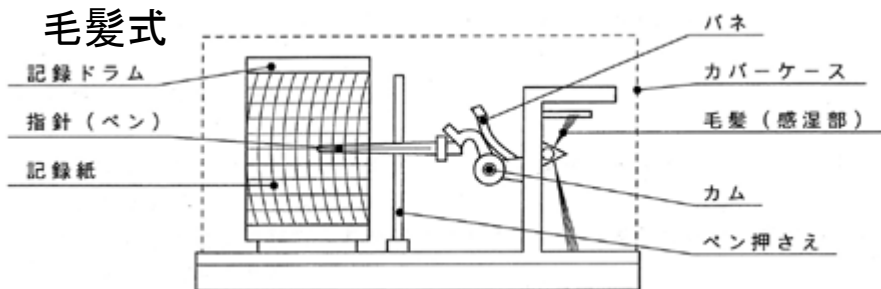
- 通風乾湿計・・・乾球温度と湿球温度を測定
- 毛髪式湿度計・・・湿気による毛髪(現在は人造繊維)の伸び縮みにより測定
- バイメタル式湿度計・・・湿度の変化により伸縮する物質とコイル状の金属を貼り合わせ
- 鏡面露点計・・・測定対象空間から空気を取り込み、鏡面に当てて冷却、結露が生じる温度を光学的に検出して、露点温度を測定
- 電気抵抗式湿度計・・・周囲の湿気を吸着すると膜材料の電気抵抗が変化する性質を利用して測定
- 静電容量式湿度計・・・吸着膜の電気容量の変化を利用して測定

→直接測定されるのは**相対湿度**のことが多い



乾球 湿球

バイメタル式



電気抵抗式





# 5. 温湿度の測定器 (温度)

- 棒状温度計・・・ガラス管内の液体の膨張・収縮を利用して測定
- バイメタル・・・二枚の金属板を貼り合わせ、膨張・収縮を利用して測定
- 測温抵抗体(電気抵抗式)・・・温度により電気抵抗の変わる材料を利用して測定(白金やサーミスタ)
- 熱電対・・・金属の熱起電力を利用して測定
- 放射温度計・・・熱放射を利用して測定



バイメタル式



# 7.カビの発育しやすい温湿度条件

## •カビの発育条件

栄養分、酸素、温度、水分、時間 等

## •阿部恵子 カビ指数

ある好乾性カビの発育しやすい環境を指数化

防菌防黴(ぼうきんぼうばい)

Journal of antibacterial and antifungal agents Vol. 21, No. 10, pp. 557-565, 1993.

Table 1. Submitted strains for the biosensor, and their growth response to environment in one week at the climate in Kamakura

Strains	Initiation date of incubation															
	May				June				July				August			
	7	14	21	28	4	11	18	25	2	9	16	26	2	9	16	23
<b>Xerophilic fungi</b>																
<i>Asp. penicilloides</i> IFO 8155	++	-	-	+	+++++	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Asp. sp. J-15</i>	++	-	-	+	+++++	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Asp. sp. J-43</i>	++	-	-	+	+++++	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Asp. sp. J-56</i>	++	-	-	+	+++++	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Asp. sp. J-72</i>	++	-	-	+	+++++	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Asp. sp. J-76</i>	++	-	-	+	+++++	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Asp. sp. J-77</i>	++	-	-	+	+++++	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Asp. sp. J-78</i>	++	-	-	+	+++++	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Asp. sp. J-83</i>	++	-	-	+	+++++	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Asp. sp. J-162</i>	++	-	-	+	+++++	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Asp. sp. J-163</i>	++	-	-	+	+++++	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Asp. sp. J-169</i>	++	-	-	+	+++++	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Euro. tonophilum</i> IFO 6529	++	-	-	+	+++++	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Euro. sp. J-2</i>	++	-	-	+	+++++	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Euro. sp. J-3</i>	++	-	-	+	+++++	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Euro. sp. J-10</i>	++	-	-	+	+++++	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Euro. sp. J-26</i>	++	-	-	+	+++++	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Euro. sp. J-46</i>	++	-	-	+	+++++	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Euro. sp. J-183</i>	++	-	-	+	+++++	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Wallemia sebi</i> J-155	++	-	-	+	+++++	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<b>Non-xerophilic fungi</b>																
<i>Asp. niger</i> IAM 3001	+	-	-	+	+++	-	+	+++	-	+	+	-	+	+	-	-
<i>Asp. niger</i> IAM 3002	+	-	-	+	+++	-	+	+++	-	+	+	-	+	+	-	-
<i>Asp. flavus</i> IAM 3003	-	-	-	+	++	-	+	++	-	+	-	-	-	-	-	-
<i>Asp. terreus</i> IAM 3004	-	-	-	+	++	-	+	++	-	+	-	-	-	-	-	-
<i>C. cladosporioides</i> IFO 6348	++	+	-	+	+++++	-	+	+++++	-	+	+	-	+	+	-	-
<i>Pen. citrinum</i> IAM 7316	++	+	-	+	+++++	-	+	+++++	-	+	+	-	+	+	-	-
<i>Rh. nigricans</i> IAM 6072	-	-	-	+	++	-	+	++	-	+	-	-	-	-	-	-
<i>Mucor spinescens</i> IAM 6071	+	-	-	+	++	-	+	++	-	+	-	-	-	-	-	-

- : no germination  
 + : hyphal length < 100 μm  
 ++ : hyphal length ≥ 100 μm

カビ指数が大きい  
 =カビを育てる能力が大きい

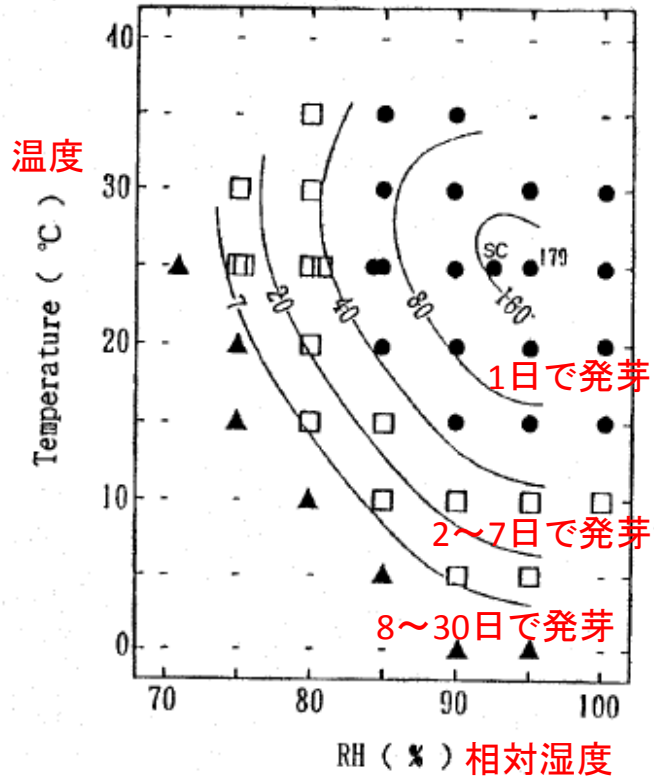


Fig. 4. Climograph of Fungal Index. (Sensor : J-183)  
 The Fungi Index in each climate was estimated by the hyphal length extended from the spot, in which spores of the sensor J-183 were contained. The Fungal Index were shown as the numerals with contour lines in the figure. Symbols ●, □, ▲ and "-" indicate germination within 24h, 2 to 7 days, 8 to 30 days and no germination at 30-day incubation, respectively. SC indicates standard climate.

# 8. 図書資料の保存環境はどうあるべきか

エドワード・P・アドコック編, IFLA図書館資料の予防的保存対策の原則, 日本図書館協会, pp.48-51, 2003.

- あらゆる種類の図書館資料に適した理想的なひとつの状態(温湿度)は無い
- 温度
  - 温度が高いと化学的劣化速度が増す
  - 高温・高湿な状態はカビの生育を促し、虫や有害小動物の温床となる
- 湿度
  - 資料の柔軟性を保つことのでき、物理的劣化が少なくて済む範囲が存在する
  - 高湿度に長期間放置すると接着剤が軟化、接着力が失われる
  - 相対湿度70%以上の場合、低温でも生物被害の危険性が高い
  - 低湿度では、資料の化学的劣化は最小限に抑えられるが、収縮・硬化・ひび割れが起こり、資料が壊れやすくなる
- 温湿度変化
  - 室温の急な低下は結露、カビの可能性がある
  - 急な変化は、資料の寸法、物理的性質に影響を及ぼし、劣化を引き起こす

# 図書資料の保存環境はどうあるべきか(続き)

エドワード・P・アドコック編, IFLA図書館資料の予防的保存対策の原則, 日本図書館協会, pp.48-51, 2003.

- 温湿度環境の測定を推奨
- 書庫内の温湿度を年間を通して一定に保つのは現実的でない
- 温湿度の目標
  - 資料が柔軟性を維持する
  - 資料の劣化速度を抑制
  - 虫やカビの発生を抑えることができる
  - 建物が結露しない、構造的損害を与えない
  - 座って作業する人が心地よいと感じる程度
- 日周期の湿度変化に注意する(例: 日中のみヒーティング)
- 資料の持ち出し時の湿度変化に注意する