

高松塚古墳への降水浸透変動予測

福田正己（北海道大学・低温科学研究所）

木村圭司（北海道大学・大学院情報科学研究科）

1 はじめに

2004年に高松塚古墳上を覆う竹林が伐採された。これは古墳内部への降水浸透に影響し、水分供給の増加と内部湿度の増加を引き起こす可能性が指摘された。そこで植生被覆の有無によって、古墳への降水起源の水分供給がどのように変化するかを予測し、対策を講ずる必要があると判断した。



伐採前

写真は「春日野」HP より引用

<http://www.kasugano.com/kankou/asuka>



伐採後

写真は読売新聞 HP より引用

<http://www.yomiuri.co.jp/e-japan/nara/kikaku/019/45.htm>

推定には奈良気象台のデータを使用した。（気温・降水量・全天日射量の日データ） 推定計算は1994～2003年までの10年間で行った。

2 推定の方法について

植生が覆っていない場合には、古墳への水分供給は降水量と古墳表面からの蒸発量（可能蒸発量）の残差で示す。可能蒸発量はTURCの式によって算出した。

$$ETp(trc) \text{ [mm/day]} = (.4*((0.0239001*Rs)+50.)*(Ta/(Ta+15))/30.)$$

Rs: daily global radiation (monthly avg.) [kJ/mm^2/day]

Ta: monthly average (daily) temperature [deg. Celsius]

R S は全天日射量 Ta は日平均気温

植生が覆っている場合には、以下の条件を考慮する。 樹冠によって降水が遮断され直接地表面に到達しない。 その度合いは樹幹通過雨量で竹林の場合には 80%とされている。 地表面からの水分分散も植生がある場合には蒸発散による分の補正が必要となる。すなわち 蒸発散比 = 実蒸発散量 / 可能蒸発量を用い、TURC の式で推定された可能蒸発量を既知値として植生が覆う場合の実蒸発散量を推定する。なお蒸発散比は以下の月別値を用いる。

表10 各種の基準蒸発量に対する蒸発散比の季節変化

基準蒸発量	実蒸発散量	植生など	測定地	/月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	文献
蒸 発 計		水田			0.4 1	0.4 1	0.5 1	0.6	1.0	1.0 1	1.2 1	1.2 1	1.3	1.2	0.7	0.5 1	1)
蒸 発 計	短期水収支法	森林	京都(上賀茂)		0.9	0.9	0.7	0.5	0.6	0.8	0.8	0.8	0.8	0.9	1.0	0.9	2)
ハ モ ン 法	流 出 解 析	森林	愛知(東山)		1.60	1.40	1.30	1.10	0.95	0.80	0.85	1.05	1.20	1.50	1.60	1.55	3)
ハ モ ン 法	短期水収支法	森林	滋賀(桐生)		1.80	1.48	1.63	1.19	0.93	0.75	0.68	0.80	0.92	1.48	1.62	1.23	4)
ペンマン法	ライシメーター	草地	England		0.6	0.6	0.7	0.7	0.8	0.8	0.8	0.8	0.7	0.7	0.6	0.6	5)
ペンマン法	ライシメーター	草地	筑波		0.3	0.3	0.3	0.4	0.7	0.7	0.8	0.8	0.8	0.7	0.6	0.4	6)
ペンマン法	短期水収支法	森林	京都(上賀茂)		0.8	0.8	0.6	0.5	0.6	0.8	0.8	0.8	0.8	1.0	0.9	1.0	2)
ペンマン法	短期水収支法	森林	滋賀(桐生)		1.52	0.96	1.08	0.65	0.73	0.65	0.82	0.80	0.82	1.06	1.32	1.25	4)

注) 1): 金子(1973), 2): 高瀬ら(1978), 3): 石井(1988), 4): Rampisela ら(1990), 5): Penman(1948), 6): Nakagawa(1984).

塚本良則, 1992: 「森林水文学」文永堂出版, p.77.

この表の内 京都(上賀茂)の京大演習林の事例を用いて高松塚に適用した。これらの条件及び仮定での計算結果を以下に示す。

3 植生がない場合の水収支推定

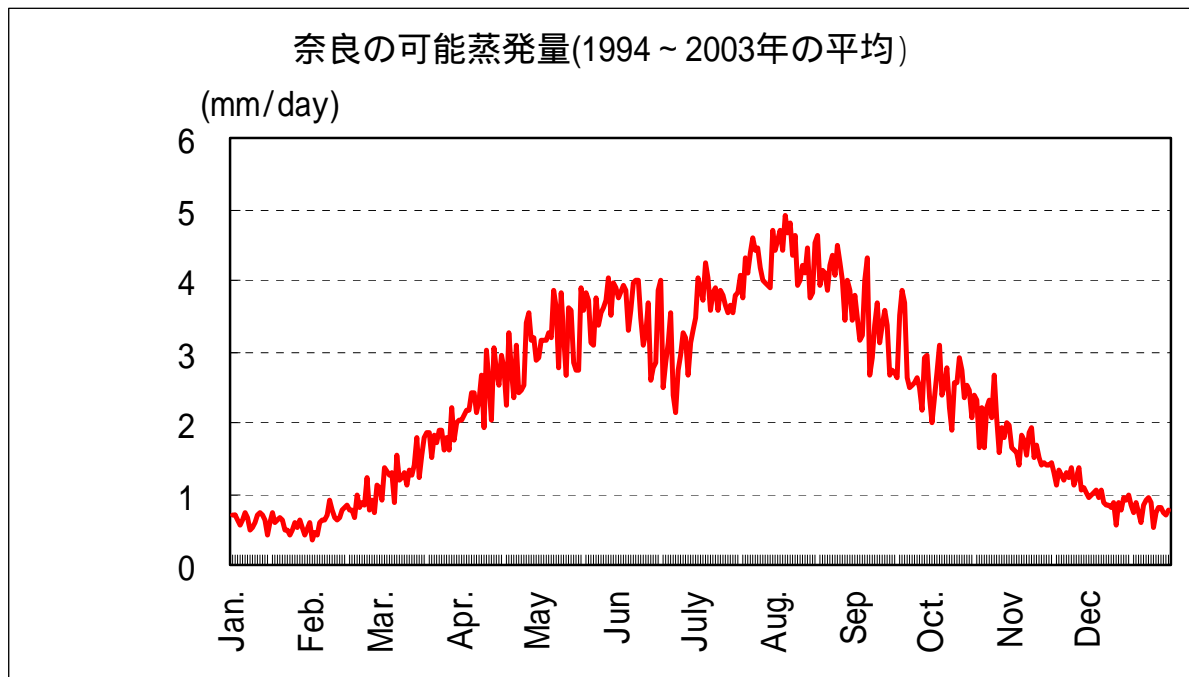


図1 TURC の式による可能蒸発量の変動(奈良)

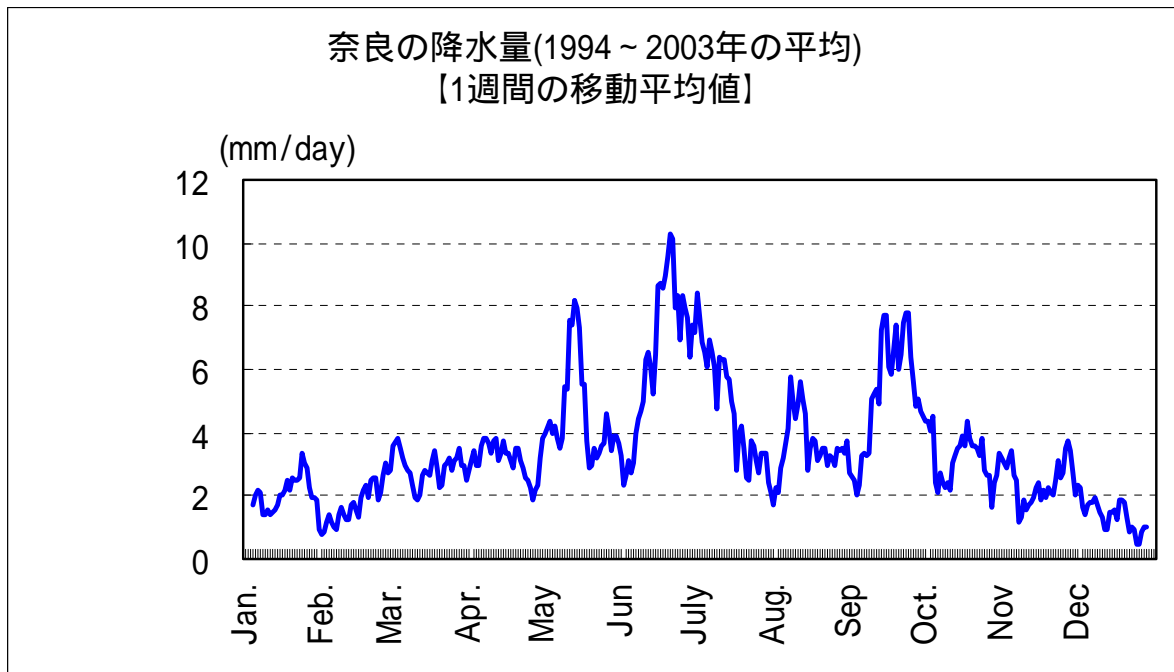


図2 月別降水量（奈良）

上記の結果から土壌への水分浸透の収支を以下のように算出した。

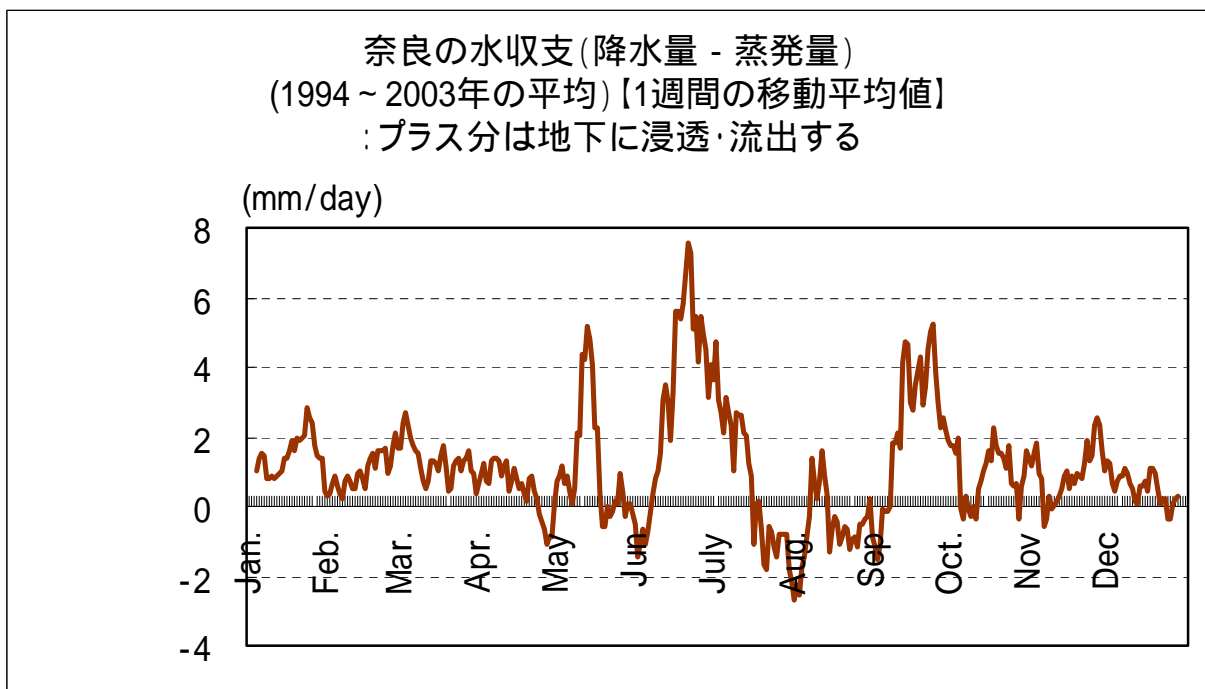


図3 地表面水収支の変動

さらにプラス分（地中への浸透分）を時間積算して以下のように示す。

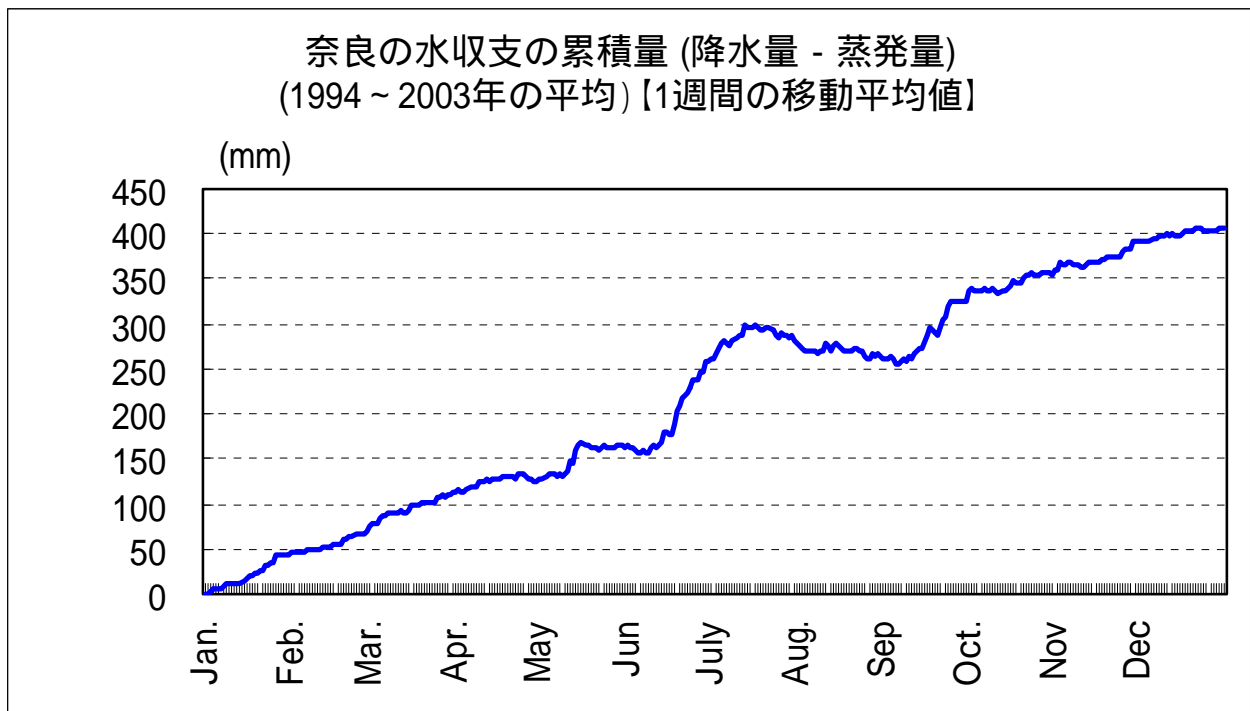


図4 地中への累積水分供給量

植生が無い状態（現状）では古墳への水分供給は年間約400mmと推定された。これをまとめると以下の通り。

地表面に落ちる水量（降水量）は1261mm、地表面からの年間蒸発量は855mm、降水量から蒸発量を引いた差の年間406mmが地中に浸透していく。

4 植生が覆っている場合の推定

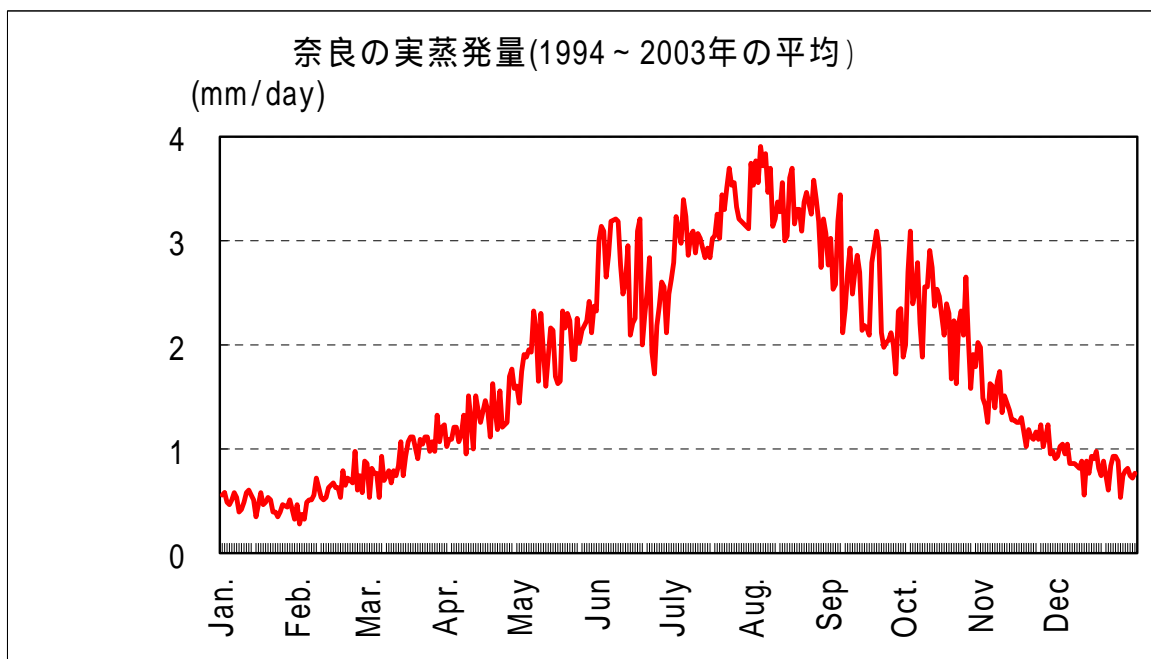


図5 実蒸発量の変動

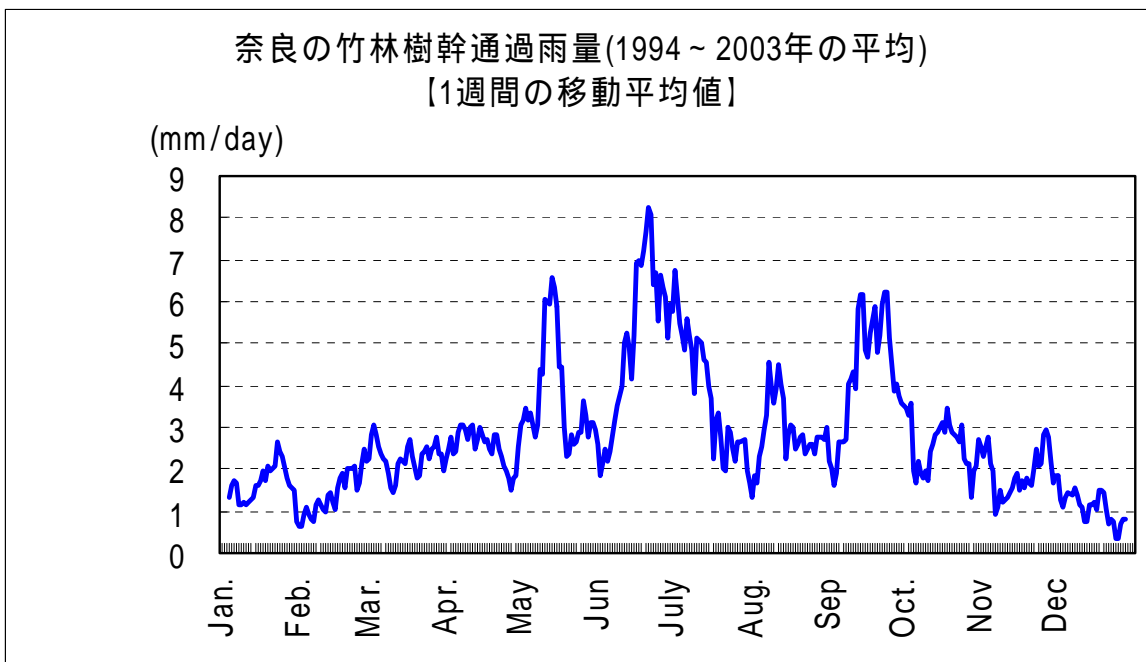


図6 樹冠通過雨量の変動

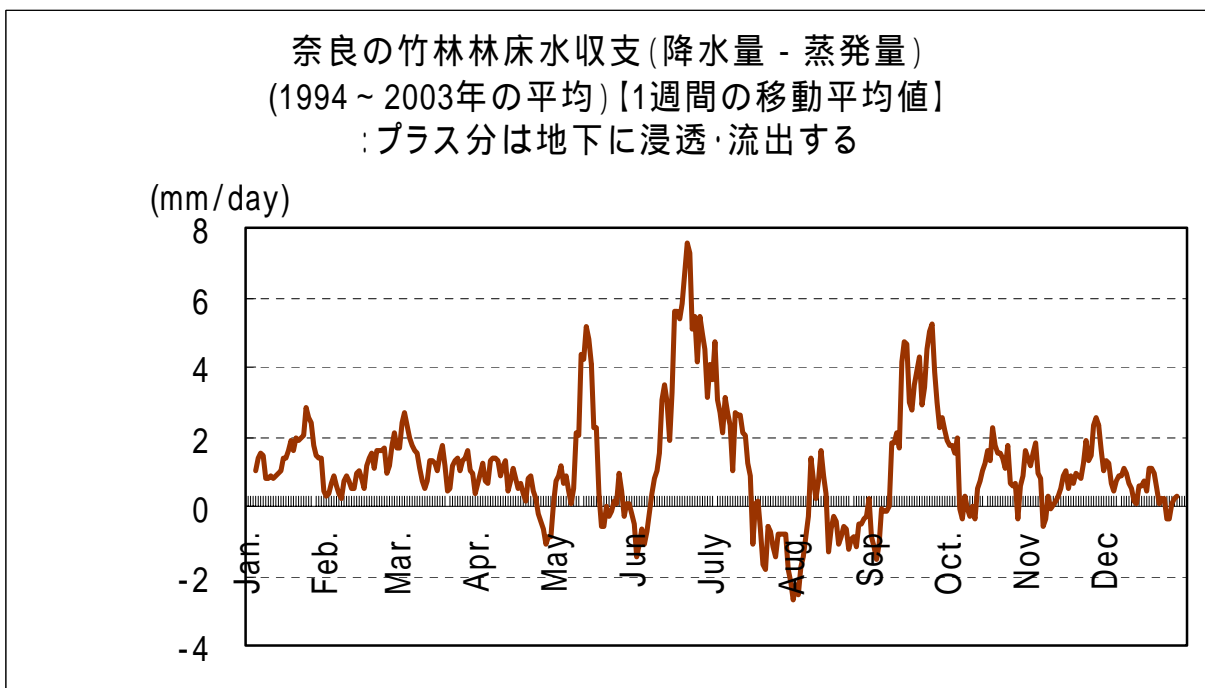


図7 地表面水収支の変動（竹林に覆われた場合）

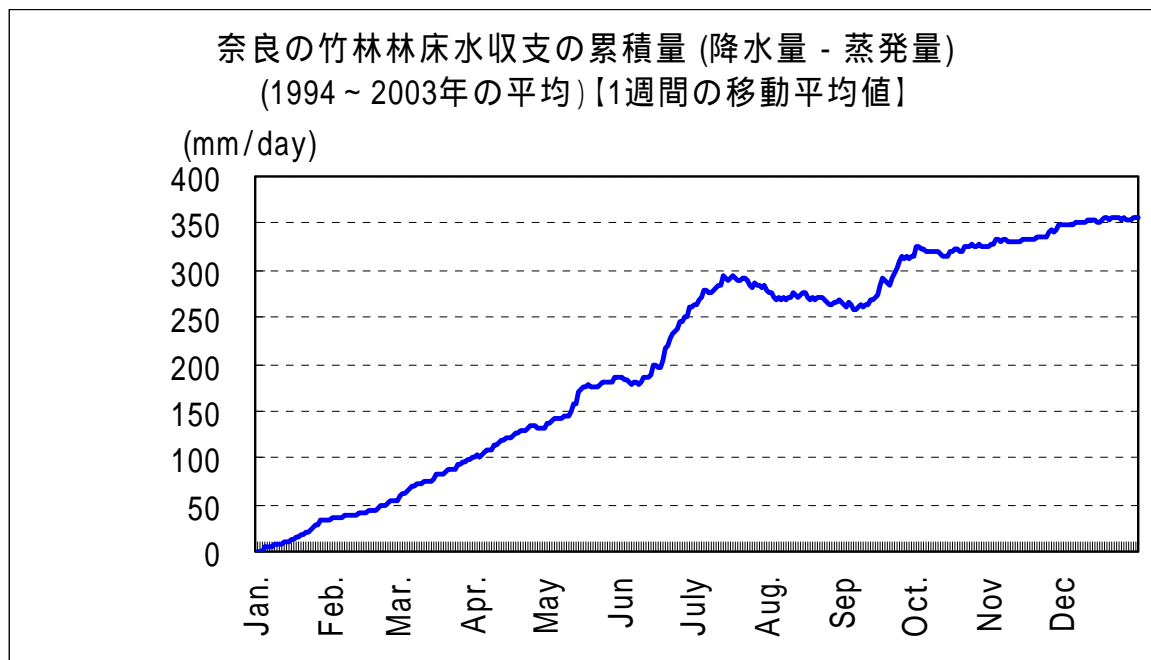


図8 地中への累積水分供給量（竹林で覆われた場合）

これらをまとめると以下の通り。

地表面に落ちる水量は 1009mm、地表面からの年間実蒸発量は 654mm、降水量から蒸発量を引いた差の年間 355mm が地中に浸透していく。

5 竹林有無の比較

- ・ 地面に降る雨の量は、竹林で遮断されなくなるため 1 年 1m² あたり 252mm 増加する
伐採前 1009mm、伐採後 1261mm
- ・ 地面からの蒸発量も、直接蒸発が起こるため、1 年 1m² あたり 201mm 増加する
伐採前 654mm、伐採後 855mm
- ・ 地面の水収支は、差し引きすると、1 年 1m² あたり 51mm 増加する。
伐採前 355mm、伐採後年間 406mm が地中に浸透

6 まとめ

結果、竹林伐採により、植生が覆っている場合に比較して、地下への雨水浸透は 1 年間 1m² あたり、51mm 増加することになる。ただし、竹林がある場合でも、1 年間 1m² あたり 355mm の水が地中に浸透する計算になるので、遮水シートや覆い屋の設置により直接、雨水の浸透を防ぐ場合の方が、墳丘内部の水分増加を抑えることができると考えられる。