

1. 研究の経過と概要

水面蒸発は水資源の賦存量において基本的な役割を果たすが、その実態解明はまだ十分とはいえない。著者らは54年より大型水面蒸発計と総合気象観測器による多要素の同期連続記録を行っている。1昨年に日照時間と中心とした水面蒸発量推定の重回帰分析の結果を報告したが、55年より日射量と観測項目に加えた。蒸発現象が本質的に太陽の放射エネルギーによる水の液相より気相への相変化とみなせることから、日射量が水面蒸発量の説明要因として最も基本的な量と考えたからである。解析方法は前回と同様に、二重調整済み寄与率を用いた変数減少法としての重回帰分析法により、要因数に応じた最良推定式と月や季節別に推定し、最も影響の強い要因の選別を試みた。説明は55年3月から11月（ただし6月は故障のため除外）について行っている。

2. 日射量の測定と説明要因

受光部として白黒両板と中心より放射状に配置し、両者の温度差から受熱量と測定する。受熱部は39寸の銅・コンスタンタン熱電版よりなる。白板には耐湿性が高く反射率の良い硫酸バリウムと、黒板には Mars Optical Black が塗装されている。主な仕様はつぎのようである。a. 感度 $5 \text{ mV} / \text{cal} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{min}^{-1}$, b. 内部抵抗 500Ω , c. 応答速度 約 3.8 sec (63.2%), d. 気温変化による誤差 約 $-0.1\% / ^\circ\text{C}$

なお、日照時間は日射量と非常に相関が強いことから、以後の解析では考慮していない。したがって、他の説明要因は、気温、水温、風速で、最大限これら4要因を使った水面蒸発量の重線形回帰式による推定を行った。

3. 水面蒸発量に対する各気象要因の単相関係数

表-1 蒸発量に対する各要因の単相関係数

Month	Factor	AT	SR	WV	WT	Symbol
Mar		0.199	0.796**	0.645*	0.372	
Apr		0.430	0.859**	0.201	0.474*	
May		0.384	0.878**	-0.189	0.414*	
Jul		0.812*	0.936**	0.364	0.790	
Aug		0.497*	0.938**	0.320	0.381	
Sep		0.265	0.938**	0.305*	0.276	
Oct		0.079	0.752	0.347*	0.116	
Nov		0.082	0.661**	0.439*	0.164	
Mean		0.344	0.845	0.304	0.373	
St.Dv.		0.229	0.095	0.222	0.196	

AT: Air Temperature
SR: Solar Radiation
WV: Wind Velocity
WT: Water Temperature

蒸発量に対する各要因の単相関係数は表-1のよう

で、添字**, *は月内の第1, 2位要因を示す。この場合、どの月でも日射が最も相関が強く、この傾向は夏に著しい。秋・春ではその傾向は弱まり、風との関連が、また夏では他に水温・気温との関連が認められる。日射が日照より強く関連するであろうことは、前年の降雨に比して、単相関係数が6月以外では、いずれも大きい（平均して約26増し）ことから類推される。

4. 気象要因相互間の単相関係数

表-2のように、全般に気温と水温の間に強い相関がある。また、日射と気温（または水温）には正の、風速と気温（または水温）には負の弱い相関が一般的である。7月に、日射と気温（水温）に強い相関が認められるのは、日射そのものの大きさに関連しよう。

5. 要因数別の自由度2重調整済み寄与率

表-3に自由度2重調整済み寄与率（以下単に寄与率という） R^{*2} と要因数と4〜1とした全ての組合せで示す。この期間と平均して、同じ要因数の下で最大となる R^{*2} は、4要因で0.760、3要因で0.748（気温、日射、風速）、2要因で0.720（気温、日射）、1要因で0.702（日射）となる。したがって、この限りでは4要因全てを用いたものが推定に最も有効ということになる。つぎに、要因数と4より1つずつ減らしていても推定に影響の最も少ない要因と除去した組合せ（ R^{*2} の変動の最小の組合せ）を求めると、これは上述の同一要因数内の最大の R^{*2} を与える組合せと全く同じになる。この場合の寄与率と月と要因数（その組合せ）について図-1に示す。

これを見ると、3月と11月のように要因数が減少するにつれて若干 R^{*2} の値が減少する場合もあるが、それ以

表-2 気象要因間の単相関係数

Month	Comb1	AT-SR	AT-WV	AT-WT	SR-WV	SR-WT	WV-WT
Mar		-0.137	-0.239	0.936**	0.499*	0.140	-0.175
Apr		0.475	-0.397	0.977**	0.206	0.553*	-0.342
May		0.143	-0.608*	0.961**	-0.156	0.249	-0.588
Jul		0.828	0.156	0.970**	0.374	0.844*	0.166
Aug		0.444*	-0.079	0.940**	0.216	0.381	-0.251
Sep		0.213	0.063	0.971**	0.256*	0.243	-0.014
Oct		-0.013	-0.102	0.967**	0.361*	0.105	-0.077
Nov		-0.295*	-0.166	0.954**	0.164	-0.090	-0.146
Mean		0.207	-0.172	0.960	0.240	0.303	-0.178
St.Dv.		0.342	0.230	0.014	0.182	0.271	0.211

外では要因数が減っても、全般的に R^{**2} の減少はそれほど大きくはないといえる。

この理由は、やはり蒸発量推定の最重要要因は日射量であり、重回帰分析において、日射で説明しうる部分が非常に大きいことによる。

また、各要因の推定への寄与の順位は、その要因と除外した際の R^{**2} の最大の減少として現わされるが、こうした解析でも日射の影響が最大であり、つぎに風速、さらに気温、水温の影響は大差がないようである。

6. 季節特性と要因の影響度

季節特性と総合的にみるために、春(3~5月)、夏(7~8月)秋(9~11月)に大別し、各要因数で R^{**2} が最大となる組合せと、その際の標準偏回帰係数を表-4に示す。標準偏回帰係数の値は、推定への要因の影響度とみてよい。ところで、実用的にはもっと説明要因数と減らすことも可能である。すなわち、表-4

に示す各要因数での R^{**2} の最大値に対して、さらに要因数と減じた際の R^{**2} の減少量がある微少な許容範囲 ϵ に入ればよいと考えれば、必ずしも表-4のようでなくてもよい。この変数減少法の許容範囲 ϵ を0.02とすると、必要な要因数は1個ずつ減少する。この際の寄与率と標準偏回帰係数を表-5に示す。表-4、5のいずれにおいても全般に寄与率は0.76~0.90とかなり高く、とくに夏期では少ない要因数で有効な推定が可能である。また、見かけ上、気温の標準偏回帰係数が最大となるが、これは負号の水温の係数と相殺するように作用するから、日射が実質的に支配的であることに変わりはない。また、前回の報告で、冬期には風速の影響が出てくることが知られているが、この場合の春、秋ではその影響はあまり大きくない。

7. 日射量と日照時間の影響の比較

厳密ではないが、56年のデータで日射量と、55年では日照時間と主体とした寄与率の比較と、4要因、1要因について図-2、3に示す。これによると、10月を除いて、日射量と入れた推定の方が若干精度が良い。この傾向は7、8月の夏期に著しく、3、4月の春先にはあまり顕著でないようである。

参考文献 長尾・加藤：水面蒸発量の気象要因による重回帰分析，中部支那概要集，pp.92-93，56年2月

表-3 要因数別の全ての組合せに対する自由度2重調整済み寄与率

No. of factor Combi.	4	3					2					1				
AT	1	1	1	1	0		1	1	1	0	0	0	1	0	0	0
SR	1	1	1	0	1		1	0	0	1	1	0	0	1	0	0
WV	1	1	0	1	1		0	1	0	1	0	1	0	0	1	0
WT	1	0	1	1	1		0	0	1	0	1	1	0	0	1	1
Mar	0.812	0.823*	0.707	0.673	0.805	0.691	0.481	0.218	0.673	0.659	0.608	-0.029	0.608	0.374	0.077	0.077
Apr	0.669	0.678	0.690*	0.225	0.675	0.698*	0.249	0.132	0.698	0.697	0.278	0.124	0.718*	-0.031	0.167	0.167
May	0.857	0.823	0.845*	-0.014	0.776	0.815*	0.024	0.051	0.740	0.783	0.053	0.086	0.755*	-0.033	0.122	0.122
Jul	0.866	0.853	0.875*	0.649	0.846	0.862*	0.674	0.607	0.857	0.857	0.631	0.634	0.867*	0.068	0.596	0.596
Aug	0.889	0.884	0.891*	0.221	0.873	0.869*	0.273	0.196	0.876*	0.860	0.217	0.187	0.876*	0.030	0.077	0.077
Sep	0.856	0.864	0.863	-0.005	0.862	0.868	0.028	-0.061	0.868*	0.865	0.048	0.004	0.872*	0.028	0.010	0.010
Oct	0.510	0.481	0.539*	-0.061	0.472	0.508*	-0.000	-0.125	0.507	0.500	0.007	-0.068	0.534*	0.055	-0.061	-0.061
Nov	0.624	0.580	0.489	0.117	0.532	0.447	0.097	-0.053	0.480	0.408	0.130	-0.067	0.395*	0.133	-0.045	-0.045
Mean	0.760	0.748	0.737	0.226	0.731	0.720	0.228	0.121	0.712	0.704	0.247	0.109	0.702	0.078	0.118	0.118
S.D.	0.132	0.141	0.148	0.270	0.145	0.156	0.228	0.218	0.146	0.163	0.231	0.217	0.165	0.123	0.195	0.195

図-1 寄与率の減少の最小となる組合せと月別寄与率

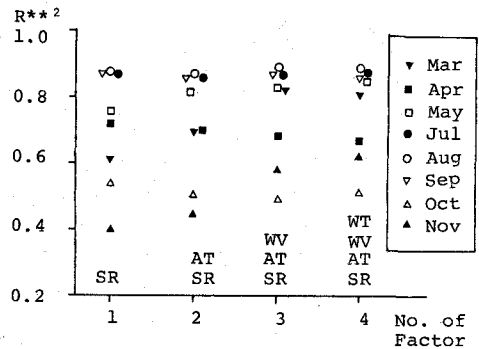


表-4 季節別の最大寄与率の組合せと標準偏回帰係数

Factor season	AT	SR	WV	WT	R**2
SPRING	1.139	0.829	0.126	-0.878	0.797
SUMMER	0.614	0.888		-0.553	0.895
FALL	1.698	0.837	0.089	-1.520	0.766

表-5 季節別の変数減少法の組合せと標準偏回帰係数

Factor season	AT	SR	WV	WT	R**2
SPRING	1.179	0.867		-0.964	0.788
SUMMER		0.888	0.121		0.880
FALL	1.797	0.868		-1.634	0.763

図-2 日射量と日照時間の影響の比較 (4要因)

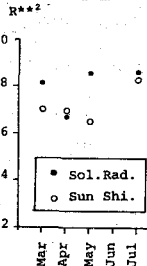


図-3 日射量と日照時間の影響の比較 (1要因)

