

雲量および日照率から推定した

道内主要地の4～11月の日射量

薄井五郎*

Estimation of radiation energy from cloud amount and
rate of sunshine at 19 cities in Hokkaido

Goro Usui

はじめに

北海道内では8カ所の測候所で10年間の月別日平均日射量が発表されている。しかし測定地が少ないで別の地域では間接法によって知る必要がおこる。間接法では雲量、日照率がパラメーターとして使われる。ここでは5つの方法による推定値とロビッチ式日射計による実測値との比較検討を行なったのち、日射量が未測定19都市について推定した結果を表でしめした。

なお、この報文は森林の水環境に関する研究の一環として行なわれたものである。

方法と検討

用いた方法は次の5つである。

1. 月平均雲量 n から求めるブディコの式, $E_n = (Q+q) (1-0.37n-0.38n^2)$

2. 月平均日照率 S から求めるオングストローム式, $E_s = (Q+q) (0.235+0.765 S)$

3. 上二者の平均, $E_{n,s}$

4. 大気汚染のない4地区について月別に日照時間当りの日射量 R を平均して、これと各地区の日照時間 t の積から求める式, $E_k = R_t$

5. 雲量 n および日射量に与える曇りの影響を表わす係数 k から求めるサビノフの式,

$$E_v = (Q+q) [1 - (1-k)n]$$

ここで $Q+q$ は完全晴天時の可能日射量で、ブディコの表から求める(Q :直達日射量, q :散乱日射量)。 n , S は1973年版「北海道の気候」によった。一部の測候所では n の記載がないが、その場合は1964年版の同書から求めた。

このようにして得た推定値の適合性を相対誤差(偏差/実測値)で表-1にしめす。また相対誤差が5%, 6%以内で推定できた例数を表-2にしめす。 E_n , E_s については実測値との対応を図-1にしめす。

表から E_k , E_v は誤差が大きいことがわかり、この段階でこの方法を棄却した。

* 北海道立林業試験場 Hokkaido Forest Experiment Station Bibai Hokkaido, 079-01.

表-1 各推定表による相対誤差 (%)

地名	推定法	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月
稚内	E_n	-3.3	-6.0	-6.1	-5.2	+6.1	0	+1.0	+5.5
	E_s	+2.2	+3.7	+0.2	-0.5	+9.6	+10.2	+4.8	-2.7
	$E_{n.s}$	-0.5	-1.1	-2.9	-2.9	+7.9	+5.1	+1.9	+1.4
	E_κ	+4.7	+3.4	+0.2	-0.8	+3.9	+11.9	+13.5	0
	E_v	-3.3	-6.0	-6.1	-5.2	+6.1	0	+1.0	+8.2
網走	E_n	-4.3	-8.6	-4.0	-8.6	-4.6	+2.2	+1.6	-1.2
	E_s	-2.5	-2.8	+1.4	-1.0	+3.2	+5.6	-2.4	-5.9
	$E_{n.s}$	-3.4	-5.7	-1.2	-4.8	-0.6	+3.9	-0.4	-3.6
	E_κ	+0.8	+4.0	+5.4	+5.2	-0.3	+3.1	+8.9	+19.5
	E_v	-10.0	-10.9	-3.5	-6.7	+3.4	-5.0	-4.8	-6.5
倶知安	E_n	-6.8	-2.6	-3.3	-2.9	-5.3	+1.3	+2.5	-2.8
	E_s	-5.5	0	-0.7	-2.3	+3.2	-1.6	-7.1	-13.4
	$E_{n.s}$	-6.2	-1.2	-1.9	-2.6	-0.9	0	-2.1	-7.7
	E_κ	-7.9	-2.7	+0.2	-3.4	-3.8	-10.7	-6.3	-18.3
	E_v	-8.3	-6.1	-9.2	-9.1	+1.2	-11.0	-9.2	-2.8
函館	E_n	+3.0	+0.4	-7.0	-2.5	+4.8	+7.2	-1.8	-5.3
	E_s	+3.0	+0.7	-4.5	+1.9	+8.9	+6.3	-6.5	-8.5
	$E_{n.s}$	+3.0	+0.6	-5.7	+0.3	+6.8	+6.8	-4.1	-6.8
	E_κ	+4.3	+1.6	-5.2	0	-0.6	-1.6	-0.7	-6.3
	E_v	-8.3	+10.8	-12.9	-5.2	+2.7	-11.0	-21.7	-27.0

表-2 各法の適合性の比較

推定法	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	備考
E_n	3	2	2	2	2	3	4	2	相対誤差5.0%以内 の適合性
E_s	3	4	4	4	2	1	2	1	
$E_{n.s}$	3	3	3	4	2	2	4	2	
E_κ	3	4	2	3	4	2	1	1	
E_v	1	0	1	0	3	2	2	1	
E_n					3	3	4	4	同6.0%の場合
E_s					2	2	2	2	
$E_{n.s}$					2	3	4	2	
E_κ					4	2	1	1	
E_v					3	2	2	1	

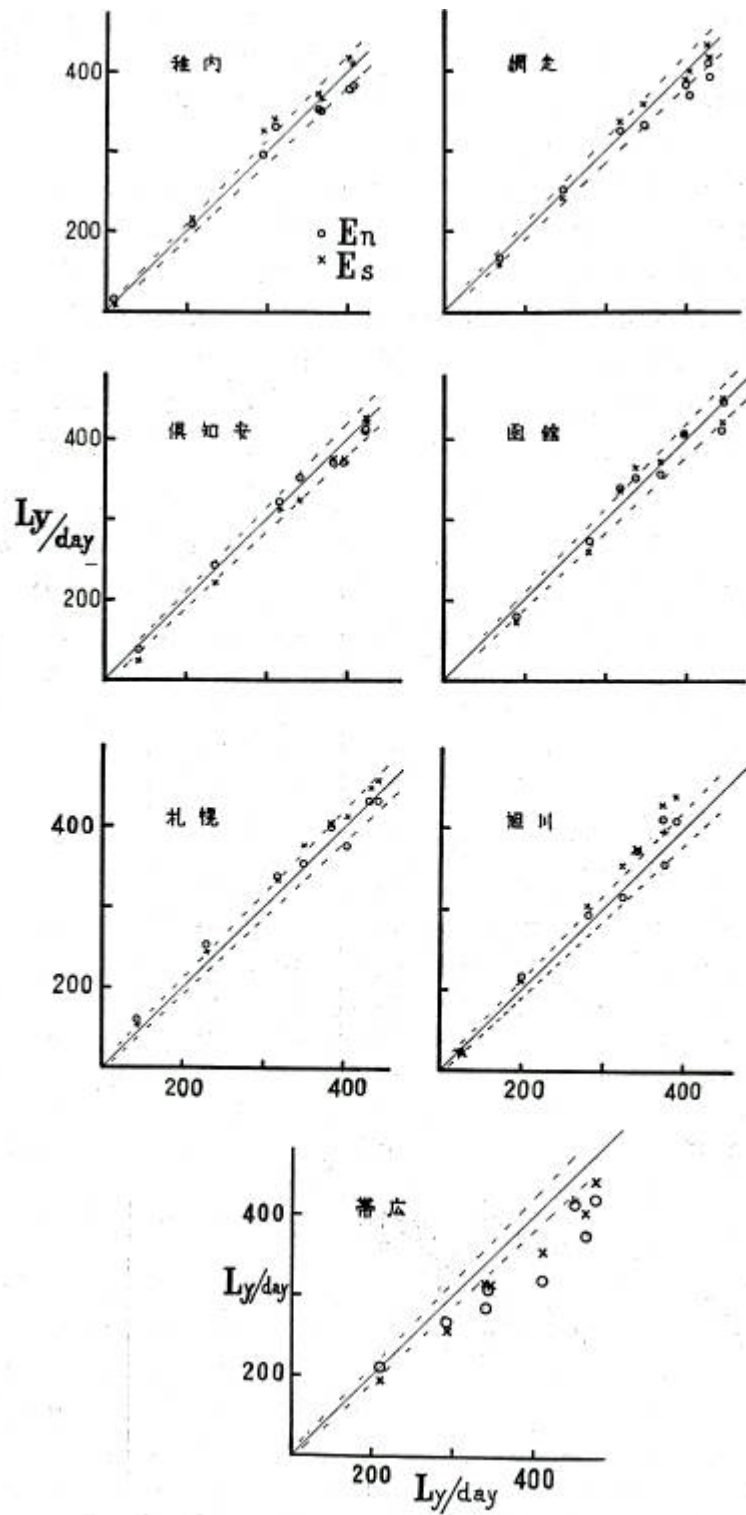


図-1 実測日射量と推定値の対応

図-1 から E_n , E_s はだいたいよい一致がみられる。表とあわせて検討すると 4~7 月に E_s , 8~11 月に E_n を用いることによって前半は相対誤差が 5.5% を越えず、後半は 6% 以上が 2 例で、しかも 7.5% 以内におさめることができる。推定式は経験式であり、季節が変われば適合のしかたも変ると考えられるので、このように分割して二式を利用することにした。

札幌と旭川だけで推定値が実測値を上まわったが、この現象は大気の汚濁によるものと筆者は考える。しかし、近郊の林業対象地では汚染の影響も少ないと思われるので前述の方法で推定した値を表-5 に併記した。

帯広では推定値が実測値を下まわったが、その原因を明確にすることができなかった。

しかし、次のことから筆者は帯広の実測値に疑問をもった。(1)汚染の影響を無視できる帯広以外の全測定地一種内、網走、倶知安、函館ではよい推定ができた。(2)前記 4 都市とくらべると帯広の日射量は 8 月を除いて常に最高である。(3)しかるに帯広は他とくらべて雲量、霧日数、不照日数が多く、日照時間 (6~8 月) が少ない (表-3)。(4)日射量と蒸発計による蒸発熱量の比 $E I / (Q + q)$ をとり、そのバラツキを平均気温と関係づけてみると図-2 のようになり、この比が帯広だけで小さくなる傾向がある (E は 1964 年版「北海道の気候」による)。

表-3 月別気象表

地名	雲量						霧日数					
	5月	6月	7月	8月	9月	10月	5月	6月	7月	8月	9月	10月
帯広	68	78	83	83	70	56	6.3	7.5	9.5	9.5	8.9	8.0
種内	70	76	79	75	61	62	2.8	5.5	7.1	3.0	0.4	0.1
網走	72	73	76	75	65	59	3.7	5.5	7.9	5.1	0.8	0.2
倶知安	32	50	58	42	44	40	3.2	5.0	5.8	4.2	4.4	4.0
函館	64	73	78	73	65	57	2.7	4.2	5.6	1.4	0.1	0.1

地名	不照日数						日照時間					
	5月	6月	7月	8月	9月	10月	5月	6月	7月	8月	9月	10月
帯広	5.1	7.2	7.8	7.3	6.3	4.4	217	169	149	138	162	182
種内	4.9	5.9	6.5	6.3	3.5	3.3	202	177	161	165	186	152
網走	4.2	5.1	5.5	5.0	4.0	3.6	201	195	187	177	186	175
倶知安	4.2	5.0	5.1	3.8	3.4	3.4	204	184	163	168	160	144
函館	4.2	5.2	5.5	4.2	4.3	3.2	220	182	162	173	177	180

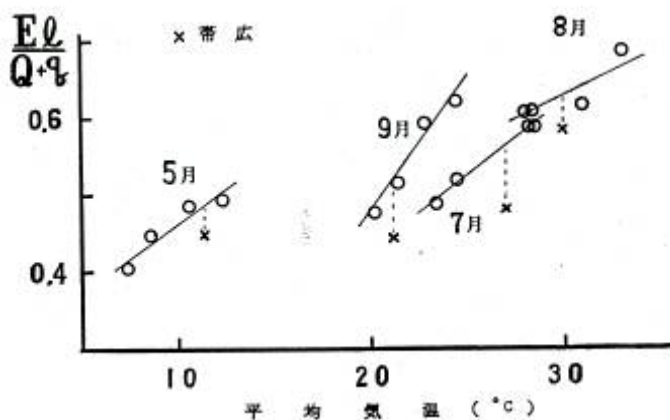


図-2 帯広と各地の $\frac{E I}{Q + q}$ の比較

表-4 蒸発量推定式の係数

地名	5月	6月	7月	8月	9月	10月
帯広	20	26	26	26	19	21
種内	17	22	22	16	11	9
網走	19	31	31	29	16	14
倶知安	22	24	25	21	21	20
函館	22	28	29	22	19	18

表の値は $\times 10^4$

帯広の E が他の測候所の蒸発条件とくらべて小さくないことは蒸発量推定式の係数の比較から考えられる。ここではトラベルトの式、 $E = cTD\sqrt{u}$ を用いた。ここで c は係数、 T は絶対温度で表わした気温、 D は飽差、 u は風速である。これによる c を表-4 にしめす。帯広の c は中庸であり、このことは風速、飽差、気温を考えに入れると帯広の E が蒸発し難い状況下の値ではないと考えられる。これから $E I / (Q + q)$ が帯広で特に小さい原因としては、 $Q + q$ が過大に記録されたためではないかと考えられる。(5) ロビッチ日射計は現在の計器とくらべて誤差が大きかった。(6) 根室では実測日射量が過大であることがわかり、「北海道の気候」に発表された値が取り消された。

上記 (1) ~ (6) から、帯広の実測日射量が過大であったとの考え方を筆者はとり、他都市と同様の方法で帯広の推定日射量を表示した。

表-5 道内各地の月別平均日射量 (Ly/day, Ly=cal/cm²)

地 名	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月
北見 枝幸	367	400	379	343	318	334	250	150
羽幌	374	418	427	383	350	305	219	109
雄武	383	412	403	366	319	328	247	160
留萌	375	418	428	389	357	322	225	111
紋別	384	418	391	360	313	324	255	166
小樽	383	425	428	390	366	355	257	153
岩見 沢	393	442	440	401	354	336	251	145
広尾	407	426	387	340	314	318	261	210
根室	388	408	386	339	316	307	256	188
釧路	394	409	368	333	312	314	268	214
浦河	413	449	417	363	351	339	272	189
室蘭	407	437	411	362	345	339	257	160
苫小牧	391	415	375	339	324	324	252	175
江差	394	416	405	369	365	326	243	137
森	418	443	435	374	364	343	265	179
寿都	390	437	440	407	349	329	242	128
札幌 幌	404	448	458	413	355	338	255	160
旭川	376	430	440	395	355	294	217	135
帯広	419	443	404	356	317	309	268	212
* 札幌 幌	383	433	442	405	350	318	231	144
* 旭川	342	375	389	376	324	282	201	126
* 帯広	450	476	464	410	340	343	293	210
* 稚内	364	402	407	368	311	295	207	110
* 網走	400	430	428	405	348	319	248	169
* 倶知安	397	424	425	383	342	318	238	142
* 函館	397	446	443	367	337	318	279	189

*は実測値

つぎに、太平洋沿岸では5～8月に E_s が E_n より1割ほど大きく算出された。この地帯では実測値がなく、推定値の評価ができない。しかし、雲量は1日4回の観測値の平均であり、また霧が少しでもかかれば雲量が1とみなされる3点を考慮して、根室、釧路、浦河、帯広の8月の日射量を E_s で表示した。

以上の方法によって得た結果を表-5にしめした。

日射量の推定例としては、内島(1964)は国内11地点でロビッチ日射計による実測値と E_n を対比した結果よい一致を得ている。

文 献

ブディコ・エム・イ(内島善兵衛訳)1959 地表面の熱収支. 河川水温調査会 181 p 内島善兵衛 1964 技術者のための農業気象講座. 農業技術 19 : 189-193