

NOAA/AVHRR データを用いたサロマ湖水温のローカル係数精度評価

Evaluation of local coefficient for water temperature in Lake Saroma using NOAA/AVHRR data

北見工業大学大学院 ○学生員 大津 将則 (Masanori Ootsu)

北見工業大学工学部 フェロー 佐渡 公明 (Kimiteru Sado)

北見工業大学工学部 正員 中尾 隆志 (Takashi Nakao)

1. はじめに

水質問題解決のためには、まず正確な水温のモニタリングが必要である。海面水温計算アルゴリズムとして一般に用いられている MCSST (多チャンネル海面温度) 法は全球に対して経験的に係数を定めている (Global な係数)^{1), 2)}。しかし、この係数は局地的に見た場合、より水温計算精度の高い係数が考えられる。そこで、本研究では、サロマ湖のグランドトールズデータを用い、Local な係数を求め、サロマ湖の水温計算精度を上げることを目的とする。

2. 修正 MCSST 計算アルゴリズム

NOAA/AVHRR の赤外域 3 チャンネルデータを用いて、大気補正を行い、海面温度を求める MCSST アルゴリズムとして、TeraScan でサポートされているスプリットウインドウ法は次式である。

$$SST = A \times ch.4 + B(ch.4 - ch.5) + C(ch.4 - ch.5) \times (\sec(sza) - 1) + D(\sec(sza) - 1) + E \dots \dots \dots (1)$$

ここに、SST: 海面温度、ch.4, ch.5: チャンネル 4, 5 の輝度温度、sza: 衛星天頂角、A~E: NOAA の号数と観測時刻が昼か夜かで決められている経験定数。

式 (1) は、SST を目的変数として ch.4, (ch.4 - ch.5), (ch.4 - ch.5) (sec(sza) - 1), (sec(sza) - 1) を説明変数とする重回帰式と見ることができる。

そこで本研究では、NOAA-12, 15, 16, 17 号で測定された ch.4, ch.5, sza と、サロマ湖のグランドトールズデータを用いて、Fortran での重回帰分析を行なう。

3. サロマ湖への適用

サロマ湖の水温実測値には、サロマ湖養殖組合で観測している 4 地点のブイ観測から得られた水温実測値を用いた。重回帰分析に用いる画素は、水温実測値の観測地点 4 地点を含む画素とその画素に隣接する 8 画素のうち水温実測値に一番近い Global 水温計算値が得られている画素とする。その画素の ch.4, ch.5, sza データと水温実測値を用いて重回帰分析を行った。

データ収集期間は、2003 年 4 月 8 日から 8 月 31 日、4 月 8 日から 12 月 5 日までの 2 パターンである。これは水温異常値の出やすい夏場の水温上昇期の間までと年間のサロマ湖水温観測期間である。

Global 水温計算値には雲の影響を除去しきれず異常値を示すものもある。そこで品質管理に使われている 3σ 法³⁾により水温実測値との誤差が大きいものを 3σ, 2σ, 1σ の 3 パターンに分けて削除した。

本研究室で受信している NOAA-12, 15, 16, 17 号についてデータ収集を行い、水温異常値検出の 3 パターンとそれぞれ昼と夜の組み合わせ 4×3×2=24 パターンについてサロマ湖に適用される A~E の Local 経験定数の計算を行なった。

4. 水温計算結果

重回帰分析を行なった結果の一部を表-1 に示す。表-1 の (a) は、NOAA-15 号の F 検定の結果をまとめたものである。それぞれのパターンでの重回帰係数は 0.9492~0.9898 と高く、重回帰式の検定は全て 1% 有意であるという結果が得られた。偏重回帰係数の検定では、係数 A, B は全て 1% 有意、係数 C は有意な場合と有意でない場合がある。(b) は NOAA-15 号の昼間の Local 係数をまとめたもので、係数 A, B, E は Global に近い数値となった。F 検定、Local 係数ともに他の場合でも同じような結果が得られた。

表-1 重回帰分析による同定結果 (NOAA-15 号 昼間)

(a) F 検定 (1%=1%有意, 5%=5%有意, ×=有意でない)

同定 期間	異常値 削除	データ 数	重回帰 係数	重回帰式 の検定	偏重回帰係数の検定			
					A	B	C	D
'03. 4-8月	1σ	106	0.9898	1%	1%	1%	5%	×
	2σ	109	0.9788	"	"	"	"	"
	3σ	112	0.9501	"	"	"	"	"
'03. 4-12月	1σ	163	0.9861	1%	1%	1%	×	×
	2σ	167	0.9770	"	"	"	"	"
	3σ	172	0.9527	"	"	"	"	"
'03. 4-8月	1σ	106	0.9895	1%	1%	1%	×	-
	2σ	109	0.9785	"	"	"	"	-
	3σ	112	0.9492	"	"	"	"	-
'03. 4-12月	1σ	163	0.9861	1%	1%	1%	×	-
	2σ	167	0.9769	"	"	"	"	-
	3σ	172	0.9525	"	"	"	"	-

(b) Local 係数

同定 期間	異常値 削除	データ数	A	B	C	D	E
'03. 4-8月	1σ	106	0.93829	2.80141	-3.45967	2.42200	0.80362
	2σ	109	0.92577	2.83358	-2.85565	1.93076	1.02609
	3σ	112	0.88250	2.97582	-4.21937	3.69265	1.50413
'03. 4-12月	1σ	163	0.93633	2.42571	0.14275	0.22441	1.08839
	2σ	167	0.91440	2.68464	-0.03402	0.29517	1.21525
	3σ	172	0.87163	2.75063	0.02421	0.46760	1.76178
'03. 4-8月	1σ	106	0.93836	2.52787	-0.84212	0.0	1.06635
	2σ	109	0.92580	2.61578	-0.76764	0.0	1.23488
	3σ	112	0.88203	2.55675	-0.21947	0.0	1.91335
'03. 4-12月	1σ	163	0.93599	2.37491	0.30756	0.0	1.15040
	2σ	167	0.91332	2.62753	0.17887	0.0	1.29674
	3σ	172	0.86942	2.66695	0.36587	0.0	1.89115
Global係数			0.95946	2.66358	0.57061	0.0	1.04500

表-2 2004 年予測誤差 (RMS error (°C))

予測期間 4月17日～10月17日				係数D考慮						係数D無視					
				'03, 4-8月同定			'03, 4-12月同定			'03, 4-8月同定			'03, 4-12月同定		
号数	昼or夜	データ数	Global	1 σ	2 σ	3 σ	1 σ	2 σ	3 σ	1 σ	2 σ	3 σ	1 σ	2 σ	3 σ
12	DAY	170	1.55	1.40	1.28	1.30	1.28	1.28	1.29	1.39	1.29	1.30	1.34	1.28	1.28
	NIGHT	173	0.86	0.81	0.86	0.87	0.78	0.77	0.78	0.78	0.84	0.85	0.80	0.77	0.77
15	DAY	196	1.36	1.08	1.06	1.02	0.99	1.09	1.11	1.04	1.06	1.09	0.99	1.10	1.13
	NIGHT	94	1.63	1.54	1.60	1.49	1.51	1.50	1.60	1.54	1.60	1.63	1.51	1.51	1.54
16	DAY	54	1.31		2.38		1.22	1.29			1.35		1.21	1.29	
	NIGHT	277	2.03	1.29	1.22	1.24	1.29	1.26	1.24	1.36	1.32	1.34	1.38	1.35	1.33
17	DAY	59	0.78		1.09		0.71				1.12		0.73		
	NIGHT	236	1.47	1.26	1.24	1.25	1.27	1.24	1.20	1.26	1.23	1.23	1.26	1.23	1.20

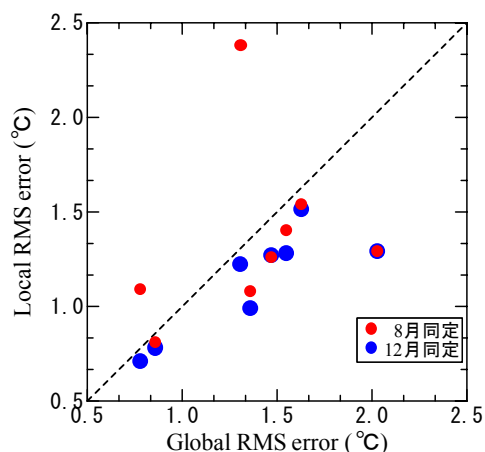
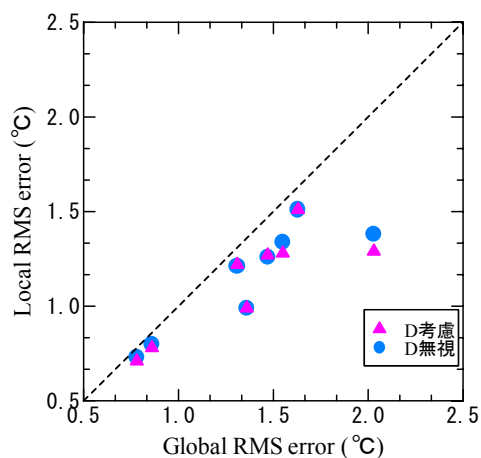
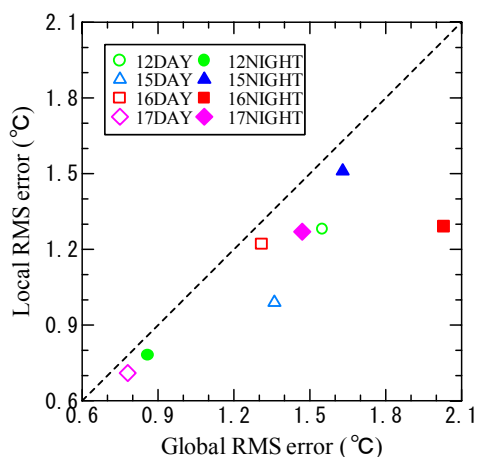
図-1 同定期間の違い(係数D考慮 1 σ)図-2 係数Dの有無(12月同定 1 σ)図-3 号数と昼と夜の比較
(12月同定 1 σ 係数D考慮)

表-2 は 2004 年の RMS error (以下 RMSE) をまとめたものである。赤字は Local より Global の方が良くなったもの、色つきのものは、RMSE の目標精度である 1.0°C 以下のものである。RMSE を一つにまとめたものは係数が同じである。RMSE が Global より Local の方が小さくなったものは、全ての計算ケース 96 個中 83 個と 86% であった。

1 σ と 3 σ の違いについては Local 係数の同じものを除いて RMSE が一番小さくなったものは 1 σ では 10 個, 2 σ では 9 個, 3 σ では 7 個と異常値削除の最も厳しい 1 σ が一番多くなった。12 月同定('03, 4-12 月同定)は全て Global より誤差が小さくなった。

図-1, 2, 3 は破線の 45° 直線から下に離れるほどより Local 係数による水温計算精度が上がったことを示している。図-1 は同定期間の違いによる係数の精度を比較したものである。12 月同定では全て破線より下方にプロットされ 8 月同定より精度が良い。破線より上方にあるものは Local 係数を求める際のデータ数が 22, 30 組と少なかった NOAA-16, 17 号の昼間の 8 月同定である。図-2 を見ると係数 D を考慮した方が精度は良い。図-3 は号数と昼と夜の比較で全体的に Local が良くなったが特に NOAA-15 号の昼と NOAA-16 号の夜が Local 係数によって水温計算精度は良くなった。

5. 結果と考察

本研究で得られた結果を要約すると次のようになる。

- 1) Local の全ての計算ケースで 86% が Global より誤差が小さくなった。
 - 2) Local 係数の計算においては同定期間を 12 月同定まで、係数 D を考慮し異常値削除を 1 σ で行ったケースが一番良い。
 - 3) NOAA-15 号の昼と NOAA-16 号の夜は特に Local 係数の水温計算精度は上がった。
- 以上により同定期間が 12 月までの係数 D を考慮し異常値削除を 1 σ で求めた Local 係数を用いてサロマ湖の水温計算を行なっていきたい。

参考文献

- 1) 川村 宏：海洋リモートセンシング 第 2 回衛星観測による海面水温，日本リモートセンシング学会誌，Vol. 22 No. 2, pp. 206-211, 2002.
- 2) SeaSpace Corp.: TeraScan 2.6 Reference Manual Vol. 1, pp. 328-331, SeaSpace Corp., 1995.
- 3) 清水洋平, 佐渡公明：NOAA/AVHRR データによるサロマ湖の水温モニタリング，土木学会北海道支部論文報告集，第 60 号，2004.