

太平洋における (1.5 層モデルを仮定した) 上層の Sverdrup transport または SSH を求めるプログラム メモ (2010/12/16)

目 次

1	はじめに	2
2	計算の流れ	2
3	準備	3
3.1	用意する入力ファイル	3
3.2	namelist ファイル	3
3.2.1	namelist.configure.in	3
3.2.2	namelist.Sv	4
4	実行方法	4
5	作成されるファイル	4
6	カスタマイズ及び注意点	4

1 はじめに

1.5 層モデルを仮定した場合の、上層の Sverdrup transport(以後 Sverdrup transport) または、Sea Surface Height(以後 SSH) を求めるプログラムである。

適当な月平均の風応力外力及び、MRI.COM の格子情報を与えれば、その格子上における太平洋の Sverdrup transport 及び、SSH を計算する。具体的には、以下の式に基づき計算を行う (e.g., Qiu, 2003)。

$$Sv(x, y, t) = \frac{1}{\beta} \int_{x_e}^x \text{curl} \tau \left(x', y, t + \frac{x - x'}{c_R} \right) dx' \quad (1)$$

$$SSH(x, y, t) = \frac{g'}{\rho_o g f c_R} \int_{x_e}^x \text{curl} \tau \left(x', y, t + \frac{x - x'}{c_R} \right) dx' \quad (2)$$

ここで、 c_R は傾圧ロスビー波の速度。 τ は風応力。 x_e は東岸。 g, g' は、それぞれ、gravity と reduced gravity。 f はコリオリパラメーター。 β はその緯度方向の微分、 ρ_o は海水の密度。また、東岸での値を 0 と仮定している。

上の式を、各年各月ごとに、計算領域のすべての格子点上の Sverdrup transport を求める。それぞれの値を求めるにあたり、以下の手順を踏む。効率よりも原理的に式を忠実に解くことを重視して書かれているため、計算時間はかなりかかる。

- 時間方向に過去に遡り、毎月どこから傾圧ロスビー波のシグナルが伝わって来たかを計算しながら、その経路における $\text{curl} \tau$ を積分していく。
- (太平洋) 東岸にまで達したら、そこで積分を終了。

プログラムやサンプルの場所

現時点の最新版が以下の場所に存在する。

ocsv004:/home/hnakano/Pkg/Sverdrup_for_Honcho/src : プログラムソース

ocsv004:/home/hnakano/Pkg/Sverdrup_for_Honcho/run : grads ctl、namelist file 及び、計算を実行する場所。サンプル (1x1 の MRI.COM の格子、地形情報、ncep1 の風応力、またこれらを用いて計算を行った結果が存在)。

ocsv004:/home/hnakano/Pkg/Sverdrup_for_Honcho/doc : このドキュメントが存在する場所。

2 計算の流れ

call setdim : 計算領域格子の格子情報を namelist.configure.in から受け取る。

↓

call getgeo : モデルの地形を含む情報を topo.grd から受け取る。

↓

call setdim_force : 風応力ファイルの格子情報の決定。

↓

call set_rossby : 傾圧ロスビー波 (c_R) の速度の決定

↓

set_east_coast : (太平洋) 東岸 (x_e) の決定

↓

main routine (式 1,2 の計算)

↓

結果の書き込み。(各年、各月ごとに行う。)

3 準備

3.1 用意する入力ファイル

- MRI.COM を実行するときにも必要となる地形ファイル、(exnn, ho4 の読み込みに使われる、ファイル) を topo.grd という名前で run directory に置いておく。ここでは例として 1x1 度の MRI.COM ファイルが用意されている。(例では、深さ情報がきちんと入っているが、このプログラムでは、海岸地形の情報だけが必要)。
- 月平均の風応力データ (単位は cgs)。上の地形データと格子は同じでなくてもよい。ここでは ncep1 の 1949/1-2005/12 までのデータが置いてある。詳しくは wind.ctl を参考に。
- モデルのグリッド情報がかかれたテキストファイル namelist.configure.in
- プログラムを制御するテキストファイル namelist.Sv (詳しくは後述)

3.2 namelist ファイル

3.2.1 namelist.configure.in

ここで計算に用いる格子情報が、MRI.COM の作法に基づき記述されている。

namelist.configure.in の例

```
&dmlst imut=364,jmut=181 &end
&grlst slat0=-90.0d0,slon0=0.d0,dxtdgc=1.d0,dytdgc=1.d0,lcycliec=.true. &end
```

namelist を読み込むプログラムでは、namelist を読むたびにファイルを rewind しているため、プログラム内で読み込まれている順番に namelist を書く必要はなく、順番は任意である。(例えば dmlst を一番最後に書いても良い。)

dmlst : 格子の次元など。configure.in に書かれているものと同じ。

- imut [integer(4)]: 経度方向の格子数。
- jmut [integer(4)]: 緯度方向の格子数。

grlst : モデルのグリッドの大きさなど。上の例では複数行にわたって書いてあるが、実際は一行に。slat0, slon0, dxtdgc, dydgc などは configure.in に書いてあるものと同じものを用いればよい。

- slat0 [real(8)]: 有効な緯度の南端。
- slon0 [real(8)]: 有効な経度の西端。
- dxtdgc [real(8)]: 経度方向の格子間隔 (単位は degree)。
- dytdgc [real(8)]: 緯度方向の格子間隔 (単位は degree)。
- lcyclic [logical]: Cyclic condition を用いるか? default は .false.。これは MRI.COM では、cyclic を使う場合と使わない場合で、西端の取り扱いが異なるために設定が必要となっている。本来、cyclic の場合には格子の両端をまたぐ際の処理も必要だが、ここではまだ未対応である。

3.2.2 namelist.Sv

ここで main routine の計算方法について制御を行う。

svlst プログラムを制御する namelist。

- nst, ned [integer(4)]: Sverdrup transport を求める期間。nst=1 が wind.grd で用意された風応力データの最初の月に相当する。ned は、用意された風応力データの個数を超えてはいけない。
- lend_clm [logical]: 時間を遡っていった場合に用意された風応力のデータがなくなった場合に、どの風応力データを用いて計算をするかを定める。default は.false.。
 - lend_clm=.true. : 12ヶ月分の気候値を wind_clm.grd から読み込む。wind_clm.grd は各自が用意する必要がある。
 - lend_clm=.false.: 最初の年を以後繰り返して使う。
- lssh [logical]: Sverdrup transport、SSH のどちらを計算するかをきめる。default は.false.。
 - lssh=.true. : SSH を求める。
 - lssh=.false.: Sverdrup transport を求める。

4 実行方法

上記のファイルが用意された run directory にて

```
% ./sverdrup
```

を実行する。

5 作成されるファイル

- Sverdrup transport の計算の場合には sv.grd が、SSH の計算の場合には ssh.grd が、作られる。
- 格子の次元は、namelist.configure.in で用意した格子と同じ。
- 時間の次元は、用意した wind.gcm と同じ。正確に言えば、用意された風応力データが月平均だとすれば、計算される Sverdrup transport などは、月の最後のスナップショットである。

6 カスタマイズ及び注意点

- ncep1 の直近のデータを付け加える場合には、wind.grd の変更及び、namelist.Sv svlst の ned を変更する必要がある。
- Makefile は PGI の fortran コンパイラーでコンパイルすることを想定している。他のコンパイラーを用いる際には Makefile を適宜修正する必要がある。また、サンプルの binary data は big_endian で記述されている。

- 外力データを変える際には、データの格子情報などに合わせて `force.F90` の `setdim_force` を編集する必要がある。また、`namelist.Sv` `svlst` の `ned` や結果のコントロールファイルの時刻変更の必要もある。
- `default` では 118°E – 113°W , 20° – 51°N を計算している。これ以外の範囲を計算する場合には以下のことが必要となる。
 - `sverdrup.F90` の `ist`, `ied`, `jst`, `jed` を編集する。
 - `sverdrup.F90` のサブルーチン `set_rossby` にて、適切な傾圧ロスビー波の速度を入力する。`default` の傾圧ロスビー波の速度は Qiu (2003) の図 7 を (定規で読み取って) 使っている。
 - `sverdrup.F90` のサブルーチン `set_east_coast` にて、ある緯度における積分の終端の場所 (適切な東岸) を、地形データを考慮しながら決定する。
- このプログラムでは、ある緯度帯における東岸の定義が一つしかないため、大西洋などの他の海盆を同時には計算できない。他の海盆と併せた結果が欲しい場合には、別のプログラムとして走らせてから、結果を合成する必要がある。また、式 (1)(2) の計算の際に周期境界条件を判定していないので、格子の両端をまたぐ際には、書き換えが必要となる。
- $1^{\circ}\times 1^{\circ}$ 以外の格子で計算を行いたい場合には、地形は `topo.d`, `configure.in` などの格子情報を修正する必要がある。
- 日本海の Sverdrup transport は太平洋からの続きとして計算してあるが、この妥当性などは各自が判断する必要がある。修正が必要ならば書き換える必要がある。
- 式 (1,2) の導出において、Rossby 波の減衰の効果などは考慮されていない。
- サンプルの結果は Qiu, 2003 の結果 (Fig.8) をほぼ再現することを確かめているが、実際に使用する場合には、もちろん個々人の検討が必須である。

References

- Qiu, Bo, 2003: Kuroshio Extension Variability and Forcing of the Pacific Decadal Oscillations: Responses and Potential Feedback. *J. Phys. Oceanogr.*, **33**, 2465–2482.