

OSARG 型変光星の脈動モデル

高山正輝^{1,a}

¹ 東北大学天文学専攻 李研究室博士 1 年

Abstract. OSARG(OGLE Small Amplitude Red Giants) 型変光星は RGB もしくは AGB 星段階の multi-periodic variables で、その変光周期は 10~100 日程度である。本研究では linear non-adiabatic pulsation period と各モード間の period ratio を OGLE によって観測された LMC の RGB OSARG のものと比較することで、その脈動モード、星質量の同定を試みた。その結果、RGB OSARG は動径脈動の 1st, 2nd, 3rd overtone および $l=1$ の P_4 モード、 $l=2$ の P_2 モードが励起されていることを明らかにした。また星質量には幅があり、 $0.9\sim 1.4M_{\odot}$ 程度であった。以上の結果から、Mass-Luminosity relation として $\log L/L_{\odot}=0.79M/M_{\odot}+2.2$ を得た。

1 Introduction

OSARG 型変光星は multi-periodic variables で、Wray et al. (2004) によって銀河系 bulge で、Soszyński et al (2004) によって LMC/SMC で見つかった。これらは RGB もしくは AGB 段階の星で、前者は周期光度図上で 3 本の ridge(b_1, b_2, b_3) が、後者は 4 本の ridge(a_1, a_2, a_3, a_4) がそれぞれ見つかっている (Soszyński et al. 2004)。

2 Models

Evolutionary track に沿って linear non-adiabatic pulsation period を計算するため、ZAMS mass の異なるいくつかの星の envelope のモデルを MESA code (Paxton et al. 2011) を用いて計算した。ここでは mixing length parameter を 1.5 とし、chemical composition として $(X,Z)=(0.71,0.01)$ を用いた。また opacity tables として OPAL (Iglesias & Rogers 1996) を用いた。

3 Mode identification

脈動周期そのものは星の半径や質量に強く依存する。そのため mode identify のためには周期比が有用である。一方脈動周期は luminosity range の同定に用いる。Fig. 1 の左図は $1.1M_{\odot}$ の RGB 星のモデルを用いて luminosity range($\log L/L_{\odot}$) が 2.7 から 3.35 の間で radial 1st から 3rd overtone の period およびそれらの period ratio と OGLE-III による観測結果との比較である (Petersen diagram)。各 ridge の間の period ratio は b_1 と $b_3(b_3/b_1)$ でおおよそ 0.5、 b_1 と $b_2(b_2/b_1)$ 、 b_2 と $b_3(b_3/b_2)$ は共におおよそ 0.7 であるため、 b_1, b_2, b_3 ridge はそれぞれ $3.0 < \log L/L_{\odot} < 3.15$ での 1st, 2nd, 3rd overtone に対応することがわかる。

Period ratio が 0.9 より大きいものは radial pulsation 同士の周期比では説明できない。従ってこれらは radial pulsation と、その周期の近い nonradial pulsation の周期比によって作られるものと考えられる。Fig. 1 の中央および右図は $1.1M_{\odot}$ の RGB 星のモデルについて $3.0 < \log L/L_{\odot} < 3.15$ の範囲で $l=1, l=2$ の P_1 から P_4 モードの周期をそれぞれ計算し、radial pulsation period(1st, 2nd, 3rd overtone) との周期比を観測結果と比較したものである。これらから $l=1$ の P_4 モード (中

^a e-mail: m.takayama@astr.tohoku.ac.jp

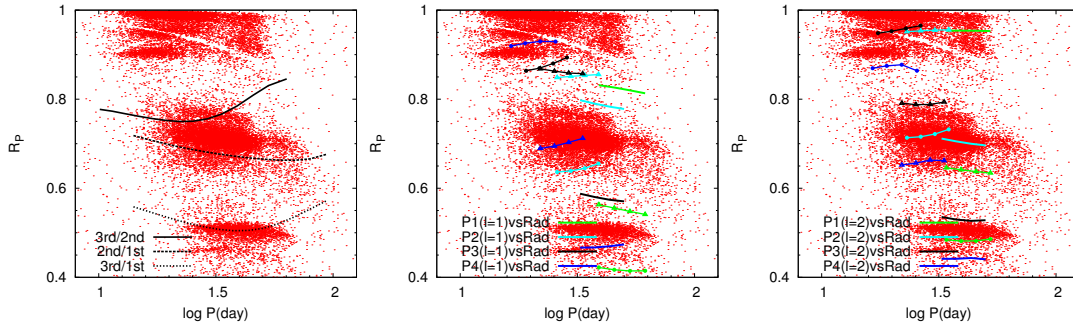


Fig. 1. Left : Radial period vs period-ratio relations of $1.1M_{\odot}$ red-giant models are compared with RGB OSARGs. **Middle :** Period ratios between $l=1$ p_1 - p_4 and radial modes compared with RGB OSARGs. **Right :** The same as the middle panel but for $l=2$ modes.

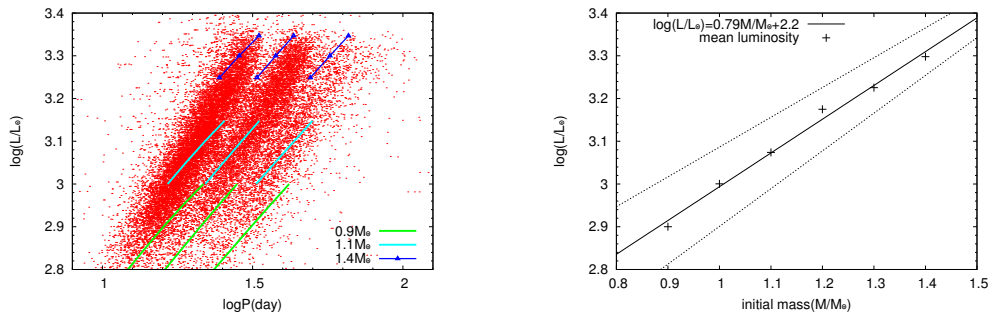


Fig. 2. Left : Period luminosity relations of radial 1st(b1), 2nd(b2), and 3rd(b3) overtones of 0.9 , 1.1 and $1.4M_{\odot}$ RGB models compared with observed RGB OSARGs. **Right :** Mass-Luminosity relation of RGB OSARGs by our best fit models. Crosses are mean value of luminosity range derived from each mass model. Two dashed lines are upper and lower luminosity limit of those luminosity range.

中央の青線)と $l=2$ の P_2 モード (右図のシアン線) と radial pulsation の組み合わせが観測と良く一致していることがわかる。

4 The mass range and Mass-Luminosity relation

ある星質量のモデルを用いた計算では OSARG の周期光度関係のうち、狭い luminosity range でしか観測と一致していない。また、この luminosity range は星質量によって異なる。以上から OSARG の周期光度関係を説明するためには単一の星質量のモデルではなく、ある mass range を持つと考えられる。様々な星質量のモデルを用いて OSARG の周期光度関係に一致するものを探した結果が Fig. 2 の左図である。この結果から LMC の RGB OSARG の mass range は初期質量がおおよそ $0.9 \sim 1.4M_{\odot}$ のモデルでうまく説明できることがわかった。また luminosity の明るいものほど星質量の大きいモデルで説明されることがわかる。そこで各星質量のモデル毎の luminosity range の average luminosity をその星質量の典型的な luminosity として、Fig. 2 の右図の Mass-luminosity relation、 $\log L/L_{\odot} = 0.79M/M_{\odot} + 2.2$ を得た。ここで得られた typical luminosity での星の年齢は質量によって異なる。これは isochrones で OSARG の周期光度関係を説明しようとした Dziembowski & Soszyński (2010) の結果を否定する結果となった。

References

1. Dziembowski, W.A., & Soszyński, I., 2010, A&A. **524A**.88D

2. Iglesias,C.A., & Rogers,F.J., 1996, ApJ.**464**.943J
3. Paxton,B., et al., 2011, ApJ.**192**.3P
4. Soszyński,I., et al., 2004, AcA.**54**.129S
5. Wray,J.J., Eyer,L., & Paczyński,B., 2004, MNRAS.**349**.1059W