The eating habits of the Milky Way mass halos: Destroyed dwarf satellites and the metallicity distribution of accreted stars

Deason et al. 2016, arXiv:1601.07905D

GAゼミ@20160302 石垣

【アブスト】 過去に銀河系に降着し、銀河系のビルディングブロックとなった矮小銀河の質量分布を、cosmological zoom-in simulation による45の銀河系サイズのハローをもとに検証した。各サブハローには、その最大質量(M_{peak})に応じて星質量(M_{star})と金属量([Fe/H])を割り振り、ビルディングブロックとなった矮小銀河("destroyed dwarf")の性質を調べた。その結果以下のことが分かった:(1)銀河系の総降着質量のもっとも大きく寄与したのは $M_{star}=10^8$-$10^{10}M_\odot$ (Sgr, SMC, LMCと同程度)の矮小銀河、(2)Ultra-faint dwarf ($M_{star}<10^5M_\odot$)の寄与は1%未満と非常に小さい、(3)quiescent な降着史をもつ19のハロー(銀河系も一般にquiescent な降着史をもつとされている)に着目すると、これらの中でLMC のような星質量の大きい(M_{star}~$10^9M_\odot$)矮小銀河が生き残っているものはとても珍しい。

【ゴール】 銀河系のビルディングブロックとなった矮小銀河の典型的な星質量はどれほどか、cosmological simulationをもとに調べる。

【オリジナリティ】 高解像度のcosmological zoom-in (dissipationless) simulation。[Fe/H]ごとに Ultra-faint dwarf ($M_{star}<10^5M_\odot$)、Classical dwarf ($10^5<M_{star}<10^8M_\odot$)の寄与を評価している。

【ロジック】

手法:①Cosmological simulation から、銀河系サイズ(M_{vir}~ $10^{12.1}M_\odot$)のハロー45個をピックアップ。それぞれについてzoom-in simulationを行い、サブハローの降着史を構築する。②各サブハローに星質量を割り振る(サブハロー最大質量(M_{peak})と星質量(M_{star})との間の関係を仮定)③観測で得られている星質量ー金属量([Fe/H])関係から、各矮小銀河に[Fe/H]を割り振る(各矮小銀河内で[Fe/H]はガウス分布を仮定)。

結果:

(図1)総降着星質量に対する各M_{star}矮小銀河の割合。細線 が45のシミュレーション結果(色は各ハローでdestroyed dwarf の平均星質量$<M_{star,dest}>$に対応)、黒太線がそれらの平均。10^8-$10^{10}M_{star}$の矮小銀河の寄与が最も大きいことが分かる。

(図2)Ultra-faint dwarf ($M_{star}<10^5M_\odot$;上パネル)とlow-mass dwarf ($M_{star}<10^8M_\odot$;下パネル)の寄与を$<M_{star,dest}>$に対してプロットしている。上パネルを見ると、すべての[Fe/H]を見た場合(黒)、Ultra-faint dwarf の寄与は多くとも1%以下。[Fe/H]<-1(赤)や[Fe/H]<-2(青)など金属量の低い成分だけをみたとしても、多くて数%にとどまる。いっぽうで下パネルから、特に[Fe/H]<-2 (青)では40-80% がlow-mass(classical) dwarf からの寄与であることが分かる。

(図3)$<M_{star,dest}>$(縦軸)に対して、各ハローでz=0で生き残っている 矮小銀河の最大星質量(横軸)をプロットしたもの。特にquiescent な降着史をもつもの(二重丸:銀河系も一般にquiescent な降着史をもつとされている)に着目すると、LMCに匹敵する星質量をもつものは、19のうち1つのみ(⇒銀河系がもし本当にquiescentな星形成史を持っていたとすると、SMC, LMCのような星質量の大きい矮小銀河が現在まで生き残っている確率はかなり低い)

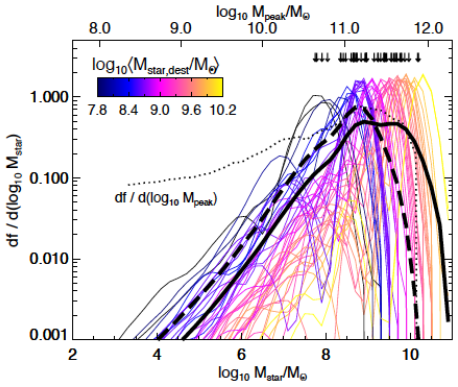


図1:各星質量の矮小銀河の、総降着星質量に占める割合

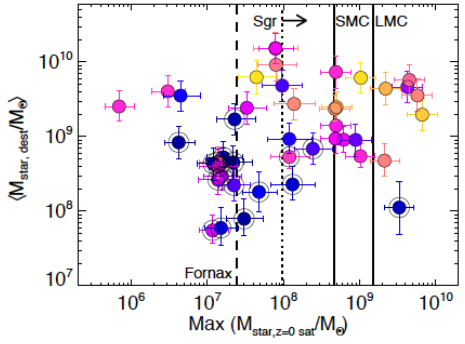


図3:destroyed dwarf の平均星質量($<M_{star,dest}>$;縦) vs. z=0で生き残っている矮小銀河の最大質量(横)

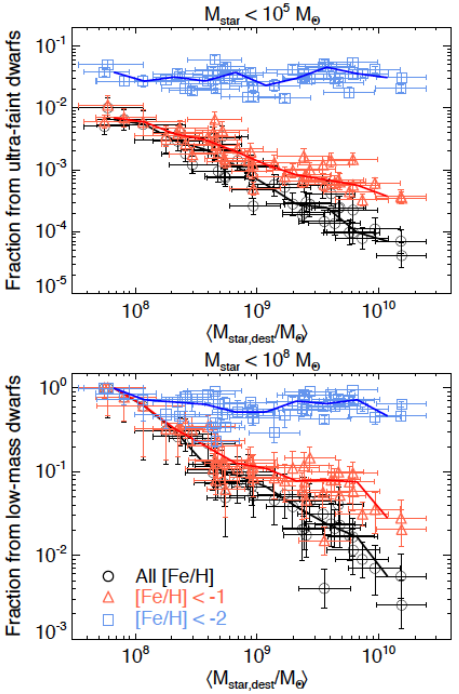


図2: 総降着星質量に対するUltra-faint dwarf (上)とlow-mass (classical-like) dwarf (下)の寄与

【コメント】矮小銀河の[Fe/H]分布のlow-metallicity-tailをしっかり調べてみる必要がありそう。矮小銀河と銀河系ハローの[α/Fe]-[Fe/H] 分布の違いはなぜ?