

Do Lyman-Break Galaxies have Supermassive Black Holes?

細川 隆史 (京大・基研) / e-mail: hosokawa@yukawa.kyoto-u.ac.jp

Abstract

Lyman-Break 銀河 (LBGs) は $z \sim 3$ に数多く分布する銀河であるが、最近、これら LBGs の X 線観測がなされた。結果、LBG のうち数%は極端に明るい X 線を発しており、これらは低光度の AGN である可能性が議論されている。一方、近傍では最近の詳しい観測により、ほぼ全ての銀河の中心に活動的ではない巨大ブラックホール (SMBHs) が見つかった。近傍では低光度の AGN として Seyfert 銀河があるが、これらと普通の渦巻き銀河の比も約数%である。では普通の LBGs も近傍の普通の銀河のように活動的ではない SMBHs を持つのだろうか?そこで、ここでは local の SMBHs の質量関数と $0 < z < 3$ の QSO の光度関数、LBGs の光度関数を用いて数の上で制限を課すことを考えた。簡単には“(現在の SMBHs の質量密度) - (0 < z < 3 の間に SMBHs に降着した質量) = (z ~ 3 で LBGs が担える SMBHs の質量の上限)”と考えると、LBGs が SMBHs を持つ可能性を評価した。

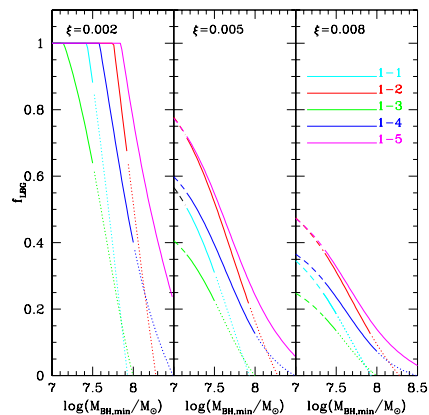
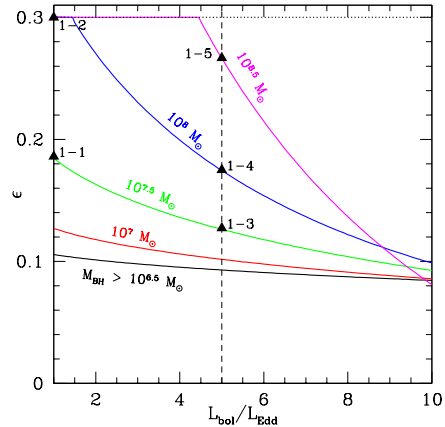
Results

まず、SMBHs の連続の式、

$$\frac{\partial n}{\partial t} + \frac{\partial[n < \dot{M} >]}{\partial M} = \gamma(M, t)$$

から出発して $z > 0$ での SMBHs への質量降着史と local の SMBH の質量関数から降着のエネルギー変換効率 ϵ とエディントン比 $L_{\text{bol}}/L_{\text{Edd}}$ を制限した。次に、同じく上の連続の式から出発して $0 < z < 3$ の間の質量降着と $z = 0, z = 3$ 各々での SMBHs の質量関数の間の関係式を導き、試験的に LBGs 中に stellar mass との比: ξ の SMBHs を置いて LBGs 中に SMBHs が存在できる確率の上限: $f_{\text{LBG}}(M)$ を計算した。簡単には、現在の SMBH の質量関数から $0 < z < 3$ の間に降着した質量を差し引いて、 $z \sim 3$ の宇宙にどの程度の SMBHs が存在できるか評価し、それを LBGs の数と比べた。以下に結果をまとめる。

- 大質量の SMBH ほど、エネルギー変換効率が大きい ($\epsilon > 0.2$)、エディントン比が大きくなければならない ($L_{\text{bol}} > L_{\text{Edd}}$)。 (上図)
- ϵ と $L_{\text{bol}}/L_{\text{Edd}}$ が SMBHs の質量に依存せず一定としたとき、LBGs 中の BH が $\xi \sim 0.008$ のように大きいと、SMBHs を持てる LBGs は



約 3 割以下に抑えられる。逆に $\xi \sim 0.002$ だと極端には全ての LBGs が SMBHs を持つことが許される。言換えると、LBGs の典型的な stellar mass は $10^{10} M_{\odot}$ 程度なので、 $10^7 M_{\odot}$ 程度の SMBHs は許されるが $10^8 M_{\odot}$ だとごく一部の LBGs しか SMBHs を持てない。(下図)

- SMBHs 同士の merger 等が重要でない時は制限が厳しくなる。特に $\xi \geq 0.005$ だと 1 割以下の LBGs しか SMBHs を持つことが許されない。merger が効くかどうかは重力波で年 1 回 event が観測できるかどうかが大凡対応しており、観測的に知ることができる。(図省略)