

小望遠鏡を持つ観測者へ (1)

スペンサー・ジョーンス博士

英國天文協會々長たる博士が、昨年秋の同協會總會席上で行はれた講演は、望遠鏡を持つ一般観測者に参考になる事が多いと考へたので、その大要を譯してみた。(稲葉)

射出瞳孔と眼點 接眼鏡で結ばれる對物レンズ(又は鏡)の像を射出瞳孔(exit pupil)と言ふ。對物レンズに入つて接眼鏡で見える凡ての光は、必づ之の射出瞳孔を通るから、此處は、凡ての入射光が最小面積に集合する所である。それで、普通の場合の様に之の射出瞳孔が望遠鏡の後方に在るならば、其處に眼を持つて行くと、星は最も明るく見える。つまり對物レンズの集光力を有効に使用する事になる。之の意味で射出瞳孔の位置を眼點(eyepoint)とも言ふ。接眼鏡が擴散レンズ(例へばオペラグラス)であると、眼點は筒の中に在るので、眼を接眼鏡に出るだけ寄せる必要が起る。

今、D, d を夫々對物レンズと射出瞳孔の直径とし、F, f を對物レンズと接眼鏡の焦點距離とすると次の關係式がある。

$$\frac{D}{d} = \frac{F}{f} = m$$

m は倍率である。倍率とは、遊星等の視直径が x であり、望遠鏡で見ると mx の直径に見える時、その倍率を m と言ふ。

扨て上の式から判る様に射出瞳孔の直径は、D/m である。同じ對物レンズでは倍率を低く(小さく)する程射出瞳孔は大きくなる。處が眼の瞳孔の直径は2耗らか6耗まで變り得るから、射出瞳孔の直径は大きくても6耗までにする必要があり、そうなる様に倍率を決めねばならぬ。例へば15耗の望遠鏡では25倍以下は使へぬ。

焦點比(焦點距離と口径との比、F/D)を a とすると、上式から

$$f = a \cdot d$$

故に、若し焦點比5の望遠鏡では接眼鏡の焦點距離は30耗を越してはならぬ。

併し後に述べる望遠鏡及び人の眼の分離能力を考慮に入れると、今まで述べた接眼鏡の制限は、更に3倍の値まで使へぬ事になる。

望遠鏡の分離能力 望遠鏡で見ると、光點の像は光の廻折のため點ではない。之の廻折像は對物レンズの絞りの形に關係するもので、普通のように圓形ならば圓板狀の星像が出来る。そしてその週りに同心圓の幾つかの色付いた光輪が現はれる。又、中央の圓板は一樣な光輝ではなくて、中心程輝きが強い。之の廻折圓板の半徑 r は光波論から計算出來て、眼に見える波長の所では

$$r = 5.45/D$$

となる。 r は角度の秒で、 D は對物レンズの直徑を吋で表はす。

二重星の場合を考へると、角距離 $2r$ 以下だと2星の廻折圓板は重なり合つて、各圓板の中心たる2個の極大光輝が出来る。之の2個の極大の中間の光輝が減じて、二つの極大として認め得る時、二重星は望遠鏡で分離されたと言へる。シーイング良好の時は、等光度二重星では角距離 r の時が分離されて見える限界となる。併し經驗に依れば、 r より小さい時でも見る事が出来る。斯る場合、眼で2個の極大に認め得る限度は、兩極大間の距離が $0.85r$ の時、中間の光輝が極大の20分の1減じた時である。即ち

$$\theta = 0.85r = 4.6/D.$$

火星の「運河」の様な、2本の平行暗線を分離する場合も亦上と同じで、例へば、視直径21秒と言ふ好都合な對稱の時でも、50哩の實距離にある平行「運河」は見掛上4分の1秒の角距離であつて、18.5吋以下の望遠鏡では何んとしても分離しては見る事が出来ない。

眼の分離能力 眼も亦光學器械の一種であるから 瞳孔の大きさに依つて分離制限がある。經驗では、2分以下の角距離の二重星は見えない。之れは大氣の動搖や錯覺等に依るものであるが、好条件のもとでは1分の角距離の數本の平行線を認め得る。

扱てこれで、眼の分離能力が知れたので、二重星を望遠鏡で見ると、その角距離が上記 θ であつたとしても、直ちにそれを2星と認め得ない事がわかる。2星と認める爲めには、

- | | |
|-------------------------|----------|
| (1) $\theta = 4.''6/D$ | 望遠鏡の分離制限 |
| (2) $m\theta \geq 60''$ | 眼の分離制限 |

之の兩式から

$$m=13D \quad (D \text{ は吋で表はす})$$

従つて口径15糎(6吋)では78倍以下は不可となり、最初に「射出瞳孔と眼點」の所で述べた25倍の丁度3倍になる。即ち射出瞳孔の大きさを2糎として求めたのと同じである。併し之れは凡ての観測條件が最上の場合であつて、一般には、

$$(\text{倍率}) m=25D \quad (D \text{ は吋で表はした對物レンズ〔又は鏡〕の口径})$$

とするのが安全である。即ち15糎(6吋)では150倍以上を用ふる可きで、餘りに低倍率を用ゐては、口径に相當した望遠鏡の分離能力を發揮し得ない事になる。

シーリングの影響 之れも亦観測上重要な要素である。空氣の状態が良好の場合は、星像は中心が最も輝き且つ周りにリングが現はれる。併し大抵の場合は、リングは不安定でその輝きは一樣でなく、所々に光輝の塊が出來且つその場所が目まぐるしく移動する。又星像もリングも共に時々崩れる。シーリングが更に悪くなるとリングは最早や見えず、星像も大きく且つ不安定となり全體が躍る。尚ほ同一夜でも天頂程状態は良好である。

斯る影響は大氣の溫度や密度が小規模な局部的不同に依つて起されるものであるが、之の外に更に大規模な大氣の不同に依つて、星像が15秒か30秒間位毎に徐々に不規則に動き周る事がある。併し之の方は數秒離れた2星には同じ影響を與へるから二重星や遊星表面の観測には關係がない。問題になるのは上記小規模の方で、之れは數秒離れた2星に別々に影響を與へる。

今、星像が躍る範圍は半径 h の圓内にあるとすると、星像の良否は之の h と、星像の半径 r との相對的大きさに依つて定まる。即ち h が r に比し小さければ良好な星像となり、 $h=\frac{1}{4}r$ までは殆んど影響がないが、リングには光の塊が出來、且つその位置が稍早く移動する。 $h=\frac{1}{2}r$ となるとリングは千切れ、それが不規則に躍る。又星像もあちこちに突然延びる。 $h=r$ となるとリングは瞬時しか見えず、星像も不安定で急に形がくづれる様になる。最後に $h>r$ となれば星像は彌散され、その半径は h と同じ位となり光度の分布一樣でなく且つ變化する。且つ星像の縁は燃えてゐる様に見える。

$h=0.25$ 程度なれば観測條件は良好で、我國(英國)では0.25よりずつと

小さい事は稀である。

扱て、従つて小口径望遠鏡で見の方が大口徑で見よりもシーイング良好である理由は明らかであらう。例へば $h=0.''25$ である場合、5吋望遠鏡だと $r=1.''09$ であるから $h=\frac{1}{4}r$ となり、星像やリングは安定で最良のコンデションであるが、11吋では $h=\frac{1}{2}r$ 、22吋では $h=r$ 、33吋では遂にリングは見えす甚だ擴散された星像となる。それではシーイング不良の時は小口径望遠鏡の方が星像が安定するから、良い観測が出来るかと言ふと決してそうではない。口径が小さくなれば分離能力が低くなる。例へば上の場合に於いては22吋以上の口径では星像の直径は $0.''50$ であるが、22吋以下の口径にすると星像の直径は $0.''50$ 以上となり、分離能力が減じる。と言つて22吋以上が必要でないとも言へない。即ち大口徑でも時々星像が安定して見える時があるからである。

シーイングと倍率 Danjon と Couder の “Lunettes et Télescopes.” に依ると、 m を求むる倍率、 m_0 を完全なる観測条件のもとで使用し得る倍率とし、 h と r を上記の定義通りとすると次の経験式がある。

$$m = \frac{r}{r+h} \times m_0$$

例へば $h=0.''25$ 、 $m_0=250$ の10吋望遠鏡では $r=0.''55$ であるから $m=170$ となる。若し $h=0.''50$ ならば $m=130$ となる。20吋で $m_0=500$ ならば $h=0.''25$ の時 $m=260$ 、 $h=0.''50$ の時 $m=175$ となる。之れに依つても明らかな様に同じ空氣状態ならば、大口徑の方が大きな倍率を使用出来る。(續)

觀 象 偶 成

星霧浮遊紺碧空
路通幾萬光年外。

形容如夢影微濛。
夜々往尋明鏡中。

供 一 粲

神戸關守畔 改 發 香 塢