

# 早期人類演化的故事

何傳坤

國立自然科學博物館

## 目錄

- 一、人類在自然界中的地位
- 二、科學？神話？
- 三、各說各話
- 四、古氣候與人類演化
- 五、早期人類的祖先為何兩足行走

## 一、人類在自然界中的地位

達爾文的朋友赫胥黎(Thomas H. Huxley)在1863年出版的「人類在自然界中地位的證據」一書中指出,根據人及猿在解剖學、胚胎學以及早期人類化石證據比較之後,非洲猿與人的關係相當近。這種論點可說是西方哲學史上的一大革命:人類是自然界的一部份,不再視人與自然界互不相干

雖然赫氏在推出人是從某種早期猿類演變而來的觀點,但是他強調人與猿之間存有很大的差異。因為只有人類才擁有「不可思議、睿智的、理性的語言能力,遠超過其它卑微的夥伴,從粗俗的本性之中超脫出來」。

對西方知識份子而言,能解決人與動物之間的鴻溝是達爾文提出演化論前後的天職。只是在演化論之後,達爾文的自然史解釋不但應用到人的體質方面,也延伸到人類所賦有的知識、精神及倫理方面。之前,這些人類之所以賦有這些特質歸因於上帝。

## 二、科學?神話?

當今社會中每天都會聽到八卦消息,已故古人類學家艾薩克(Glynn Isaac)曾指出「愛聽及說故事是現代人的特色之一」。人類起源的故事很類似英雄式的神話題材,其中出現了一位最佳男主角。這位男主角在現代人演化過程中受盡自然界各種力量的折磨,經過一連串地挑戰,終於以英雄式的姿態立地成人(圖一)。

就像流行歌曲「愛拼才會贏」--任何物種的演化就像是一連串歷史事件的英雄史蹟。其中隱含了四大插曲:立地陸棲、兩足行走、腦部擴大及文化出現。

## 三、各說各話

近十年來在非洲所出土的化石記錄,已說明了達爾文的觀點是正確的。他在當時沒有任何化石證據的情況下,能推出下述見解,令人難以置信(圖二)。

達爾文的觀點:達爾文(Charles Darwin)認為人類的遠古祖先先著地陸棲,而後才有兩足行走、腦部擴大及文化之出現。

祁斯的觀點:英國解剖學家祁斯(Arthur Keith)確認定人類在營樹棲生活時就已經能兩足行走。

史密斯的觀點:史密斯(Grafton Elliot Smith)認為腦部擴大應放在首位。

瓊斯的觀點:史密斯(Grafton Elliot Smith)的學生瓊斯(Frederik Wood Jones)指出人類的遠祖在樹上生活時就能兩足遊走叢林中。

奧斯朋的觀點:曾任美國自然史博物館館長的奧斯朋(Henry F.

Osborn) 在本世紀初與達爾文持同一觀點。

葛雷哥瑞的觀點：奧斯朋 (Henry F. Osborn) 的同事葛雷哥瑞 (William K. Gregory) 卻認為文化之出現應排在兩足行之前。

## 四、古氣候與人類演化

物種演化的主要外因不外是氣候變化、研究早期人類歷史重大的事件中，共有四次的全球性氣溫下降和人類演化有關，其中尤以距今 500 萬年最具關鍵性。

在東非原來綿亙千里的熱帶叢林因氣候轉呈乾冷而出現疏密不均的現象。人類的早期祖先只能在樹林間尋食謀生。這種採食方法無形中增加每天遊走樹林間的時間，兩足行走方式之產生或許與古環境之變化有密切的關係 (圖三)。

## 五、為何要兩足行走？

自人類的共同祖先放棄了樹棲的四足行走方式落地之後，改採兩足直立步行，到底造成這種重大改變的原因是什麼？古人類學家們說法不一 (圖四)：

1. 兩足行走最能發揮體能效率；
2. 兩足行走有助於採食生活；
3. 兩足行走有利於禦敵；
4. 兩足行走對餵食子女有益；
5. 兩足行走可解放雙手；
6. 兩足行走可追蹤遷移的獵物；
7. 兩足行走於日當正中時身體吸收的熱量比四足動物少百分之六十。

上述這些假說一方面證明了古人類學家們觀念的成熟，另一方面也說明了分析化石證據之其困難度。若要檢驗上述這些說法絕對不能排除另一項可能性：兩足行走並非一成不變地在開闊的草原上演變而來，叢林也是誕生地之一。

## 六、人類的祖先為何直立而行？

人類的祖先在五百到七百萬年前首度在非洲露面。當時的氣候漸趨乾燥，疏林草原逐漸代替了赤道雨林。黑猩猩及大猩猩的祖先們退守在濕潤的樹林中，而早期的人類開始在廣闊且乾燥的環境裡討生活。這一幕戲劇性演變的內幕，到今天為止，還沒有正確的解答，因為目前發現最早的古人類化石地猿始祖種 (*Ardipithecus ramidus*) 也只有四百四十萬年。

在一個嶄新的，烈日正午的環境中，缺水和調節體溫都是一大考驗。許多生活在熱帶大草原中的哺乳類動物，根本不必考慮如何去散發身體在白天所吸收的熱量，它們存在體內，一直到傍晚則自行冷卻。這種散熱法若沒有中樞神經系統就難以控制體溫的遽升。大半生活在大草原中的哺乳類動物，擁有特殊的生理冷卻構造(頸動脈網)以及經由頭部的靜脈循環來冷卻腦子。

人類、猿、猴就沒有這套構造，雖然人類最終還是演化出另一套構造來冷卻擴大的腦部。但在最初，人類也只有想辦法先降低體溫再來卻腦溫。任何能把自週遭環境吸收來的熱量減低，或是加速散熱的調整方法，都是值得一試的。

兩足行走---人類演化中最具關鍵性的發展---就有這個好處。兩足行走可以快速減少在赤道烈日當空時，身體暴露所接受的直接日照。英國惠勒教授 (Wheeler) 利用早期南猿的身體比例，塑模測試他們在四足及兩足行走時所受到的照射角度。這個實驗說明了在烈日高昇時，地球表面所承受的照射最強 (因為光線較可穿越大氣層)，所以兩足行走較四足爬行時，身體受日照的面積少了許多。當烈日當空時，兩足直行的南方古猿身體所接受到的熱量，只有體型相同，以四足行走者的百分之四十 (圖五)。

兩足行走也會使身體大半暴露在地表之上，所以皮膚能接觸到較冷且快速流動的氣流，這有助於快速散熱。惠勒教授設想，若環境條件及植被在變動，人類採用直立行走方式，那麼經過對流後，可多散發三分之一的熱量。

人類採兩足慢走所耗費的熱量，要比非洲猿類慣用四足行走或是關節觸地行走少得多。這就減少了每日的食量，無形中也減少了為覓食所耗費的時間及體力。考慮到這層因素，再來計測早期人類的能量及體內水分需求量，惠氏認為，兩足行走大大減少了對蔭影的依賴性。他們可以較長久地在高溫而且廣闊的草原上生活。兩足行走，也可以減少身體因出汗散熱所需補充的飲水量。惠氏估計，以關節觸地而行的猿類在草原中活躍一整天，至少需要喝五品脫 (2.35 公升) 的水；同樣體型乙兩足行走的早期人類則只需要 1.41 公升 (圖六)。

顯而易見的，兩足行走勢哺乳類在赤道草原中，陸地行走的理想謀生方式。因為，在草原中，食物及水源是分散並且稀少的。既然如此，為何唯獨早期人類採用兩足行走呢？也許是因為非洲草原上的其它哺乳類，包括猴類 (如狒狒)，牠們的遠祖本來就是真正的四足行走者。

相反地，人類、長臂猿及黑猩猩的猿祖，可能是在叢林中採懸臂姿勢的靈長類。這些猿祖們並不專採陸地行動姿勢謀生，因此也有直立行走的潛能

當他們步入較寬闊的環境，他們所遭遇的中暑問題，可能導致他們採取直立行走的姿勢，並久而成習。另一種可能性是我們的祖先因機緣巧合，遇上並學習這種在廣闊的草原上謀生的好方式。

有了直立行走的能力，人類也發展出另外一套使身體冷卻的方法。平均體重增加後，在草原環境由可減慢脫水反應。體型大的人類，可以在口渴之前，做持久及長距離狩獵活動。

到了我們這一屬---*Homo*，身體已經比南方猿人重而且高（圖七）。至少在一百六十萬年前，直立人（*Homo erectus*）已具有高而修長的體型，肩部及臀部較窄，這也就是當今居住在熱帶乾燥地區人群的體質特徵。高瘦的身體可以充分利用皮膚面積來散熱，也可以減少烈日當頭的暴露面。長腿也能將整個身體提高以遠離炙熱的地表。

科學家們很早就推論過，人類最明顯的特徵：體毛之減少，是適應炎熱的草原生活的結果。雖然毛囊（*follides*）在人體表面分佈得很密，可是短而細的體毛，在空氣中不妨礙氣體的對流，而能排出多餘的熱量，若有必要，還會加強出汗的有效性。

也許大家會追問，人類與活躍在草原中，體披濃毛的其它哺乳類有何不同。對生活在暴露於強烈日照環境中的哺乳類而言，體毛是一種遮蔭裝備。在熱量未觸及皮膚前，它有反射及再輻射熱量的作用。很多哺乳類，失去這種絕緣體會有不少嚴重的後果。在草原中，裸身的四足類必須喝多餘的水來散熱。相反地，對兩足行走而言，裸身者的皮膚因日曬面積不大，所以能節省體內水份。兩足行走者主要是頭部及上肩為日光所曬，只要保留少部分的體毛，就能保護自身。直立行走及冷卻身體全部（包括腦子）的冷卻策略，可用來說明為何早期人類裸露皮膚，而同樣大小的其他草原哺乳類卻不可以的原因。

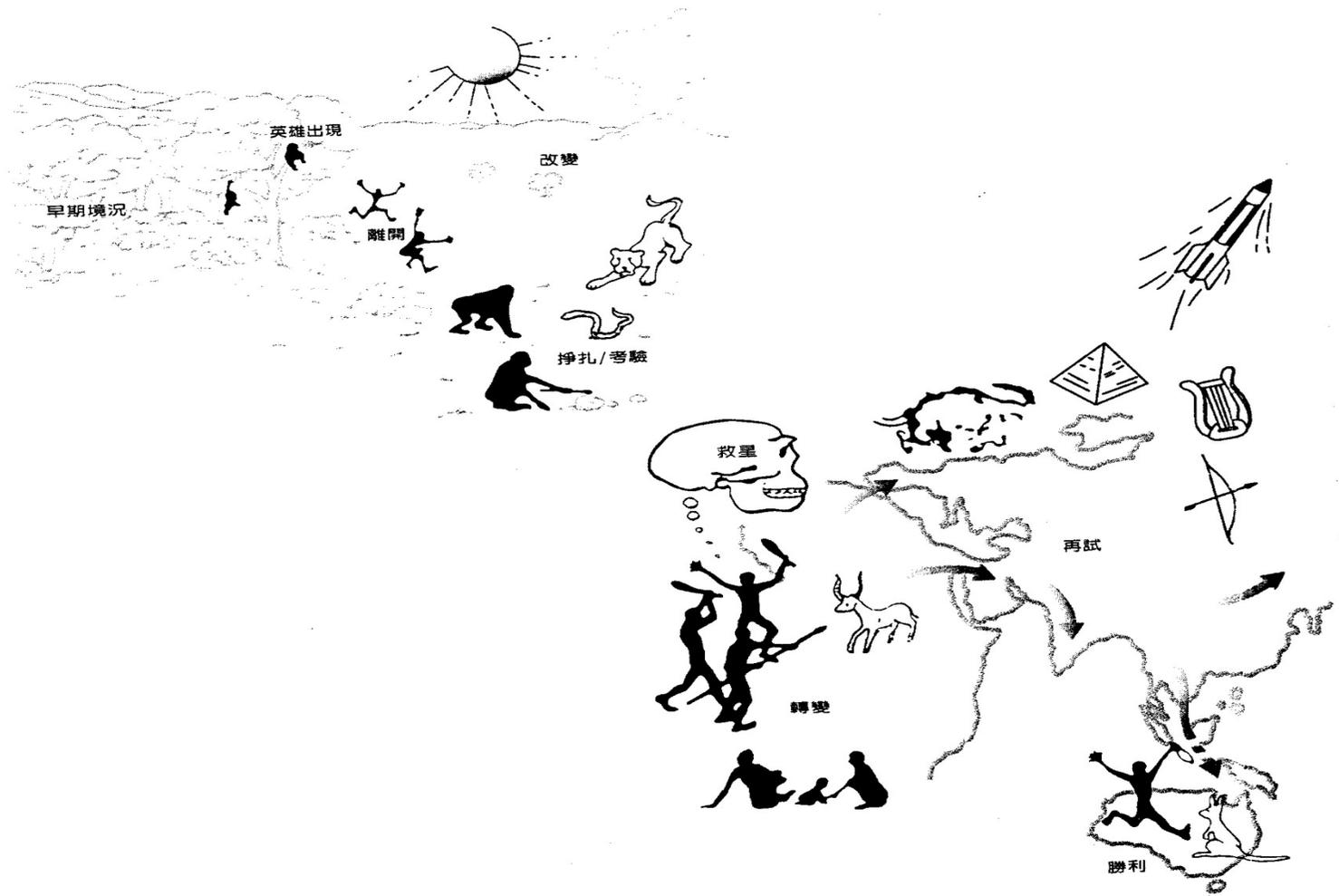
直行及裸露皮膚能控制體溫的穩定性，可能是讓我們這個大而對熱散敏感的腦子能演化的原因，相同的實例，我們可用現代電腦的發展來說明。處理資訊的系統---半導體以及生物系統---產生大量的熱，而且過熱會產生損傷。這也使電子工程師在設計更大的電腦時增加不少困擾。就像克雷二號超級電腦的線路，因太密集所以必須浸在華氏65度的氟碳液槽中。就像人類腦子演化的例子一樣，要發展這種精密的冷卻系統是有可能，卻也並非毫無瑕疵。

當早期人類擴展並遷移到非洲以外，他們必定遭遇到不同程度的熱量、曝光及溼度問題。許多研究結果也指出，這些因素至少部份決定了我們現在所見到不同的鼻型、四肢比例、髮質、膚色及眼球顏色的特徵。生活在赤道附近草原及沙漠中的現代人，例如非洲尼羅河流域居民（*Nilotic peoples*），體型大多瘦長就像早期直立人（圖八）。他們的皮膚，特別是不太穿衣服的居民們，普通很黑，因為皮下擁有大量的黑色素（*Melanin pigment*），不致於引起曬傷及紫外線照射所引起的皮膚癌等問題。

當人類向北遷移到高緯度寒冷地區，如何保暖便顯得相當重要。他們的四肢在比例上變得短小，其它哺乳類也有同樣的趨勢。在這些族群中，皮膚失去了大半色素，乃因高緯度地區，紫外線輻射的影響較為溫和。色素

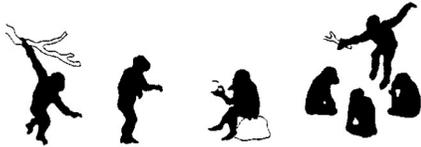
之減少也反映了其對抗紫外線之情況已緩和；或者是他們需要足夠的紫外線穿透皮下，以製造人們所需要的主要維他命。

當這些人們移居，或再移回熱帶雨林中，他們也將會面對另外一個障礙。雖然樹冠提供人們蔭影，但是，溼度卻抑止了汗水的蒸發。因潮濕而引起對流作用困難，會使得熱量的流失因體型高大、體面積大而益形困難。因此，在空曠的赤道區所流行的瘦高體型，在繁密的森林中卻難以適應。解決的途徑之一是矮小化，剛果盆地的 Mbuti 矮人，他們具有身體面積小、體型矮的優點，因而能在森林低部活動自如。



圖一、人類演化似英雄式神話故事 (採自 Misia Landau)

達爾文的觀點：



達爾文 (Charles Darwin) 認為人類的遠古祖先先著地陸棲，而後才有兩足行走、腦部擴大及文化之出現。

祁斯的觀點：



英國解剖學家祁斯 (Arthur Keith) 卻認定人類在營樹棲生活時就已經能兩足行走。

史密斯的觀點：



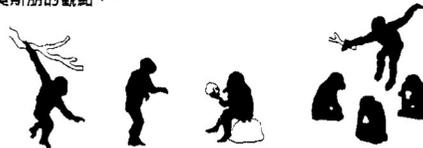
史密斯 (Grafton Elliot Smith) 認為腦部擴大應放在首位。

瓊斯的觀點：



史密斯 (Grafton Elliot Smith) 的學生瓊斯 (Frederik Wood Jones) 指出人類的遠祖在樹上生活時就能兩足遊走叢林中。

奧斯朋的觀點：



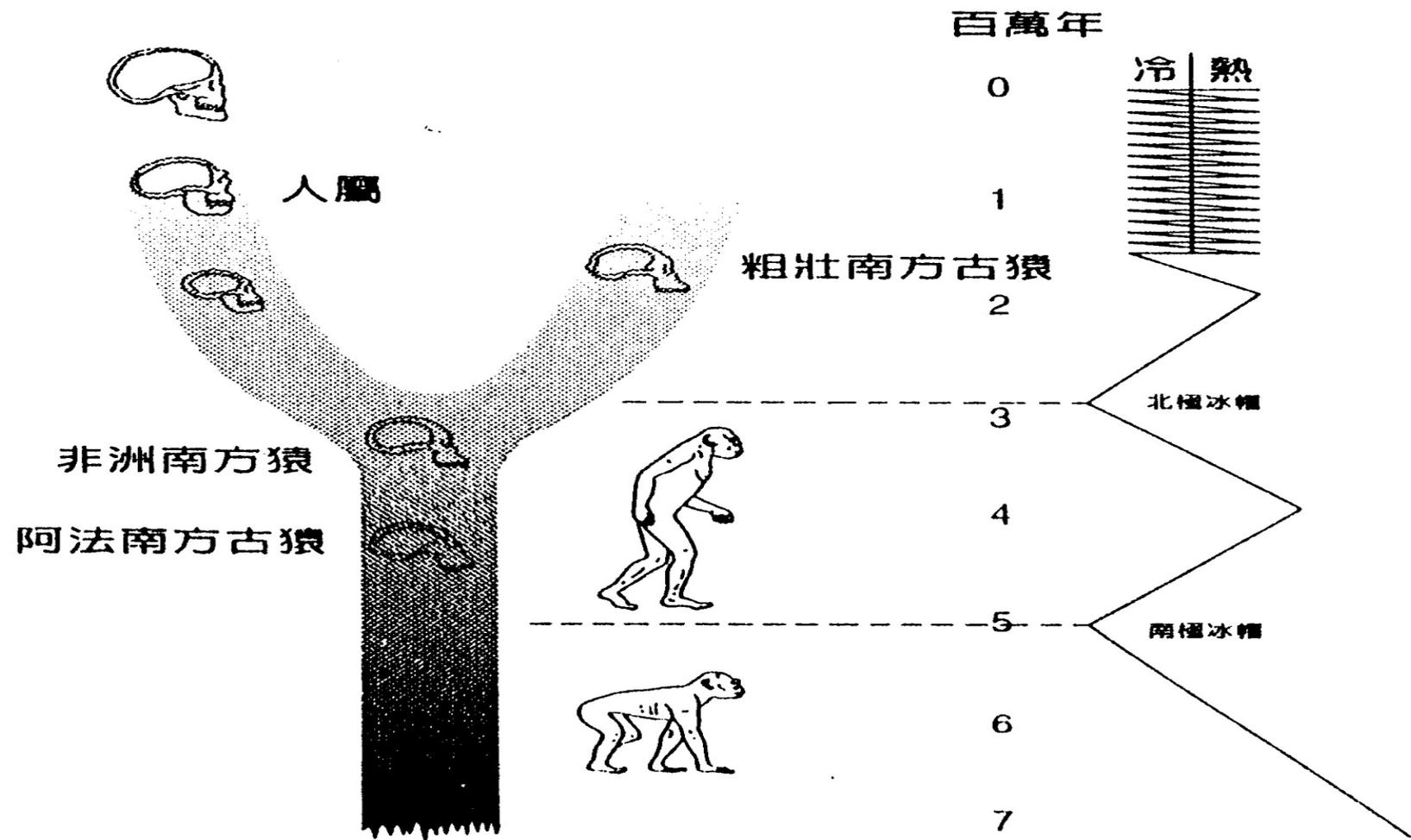
曾任美國自然史博物館館長的奧斯朋 (Henry F. Osborn) 在本世紀初與達爾文持同一觀點。

葛雷哥瑞的觀點：

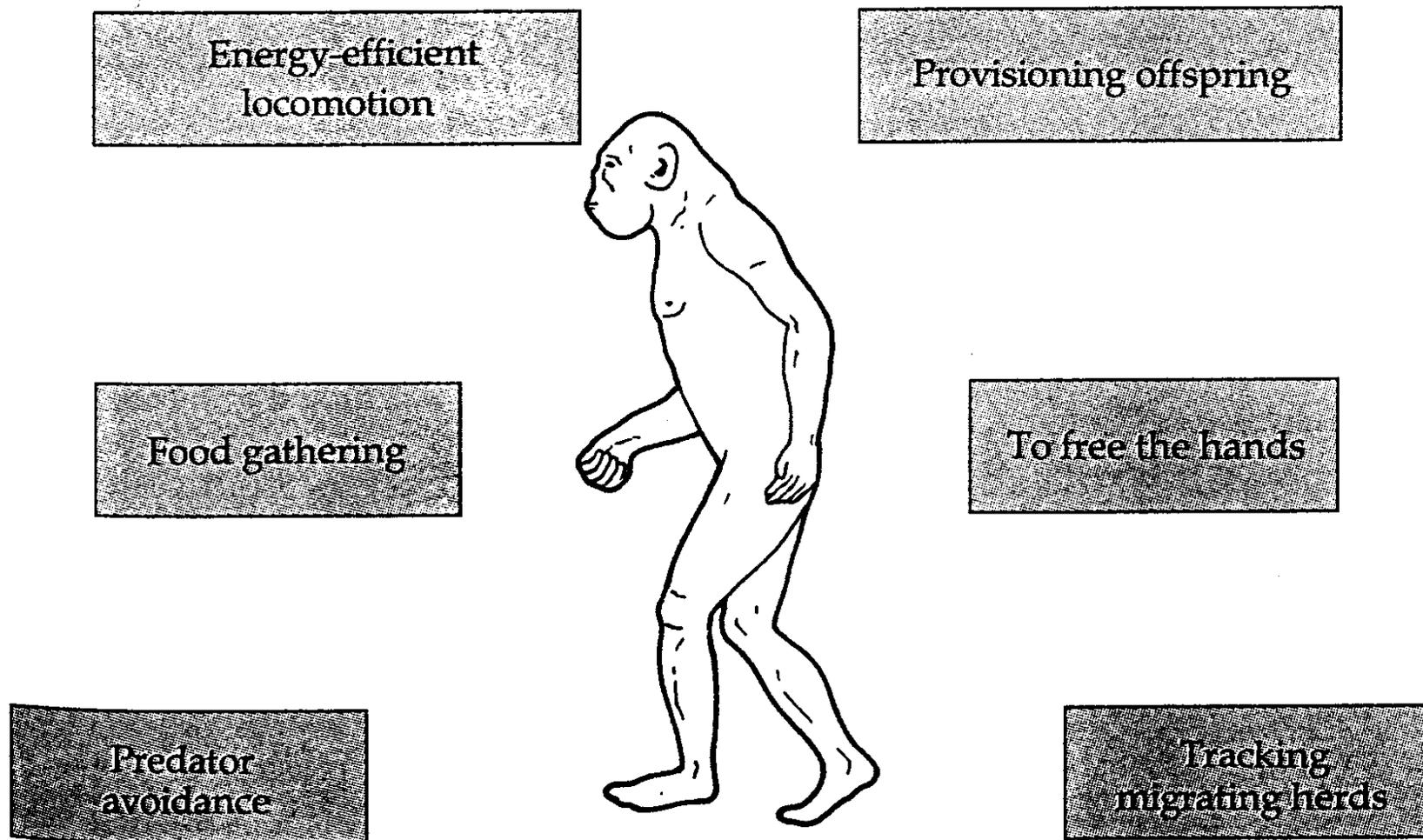


奧斯朋 (Henry F. Osborn) 的同事葛雷哥瑞 (William K. Gregory) 卻認為文化之出現應排在兩足行之前。

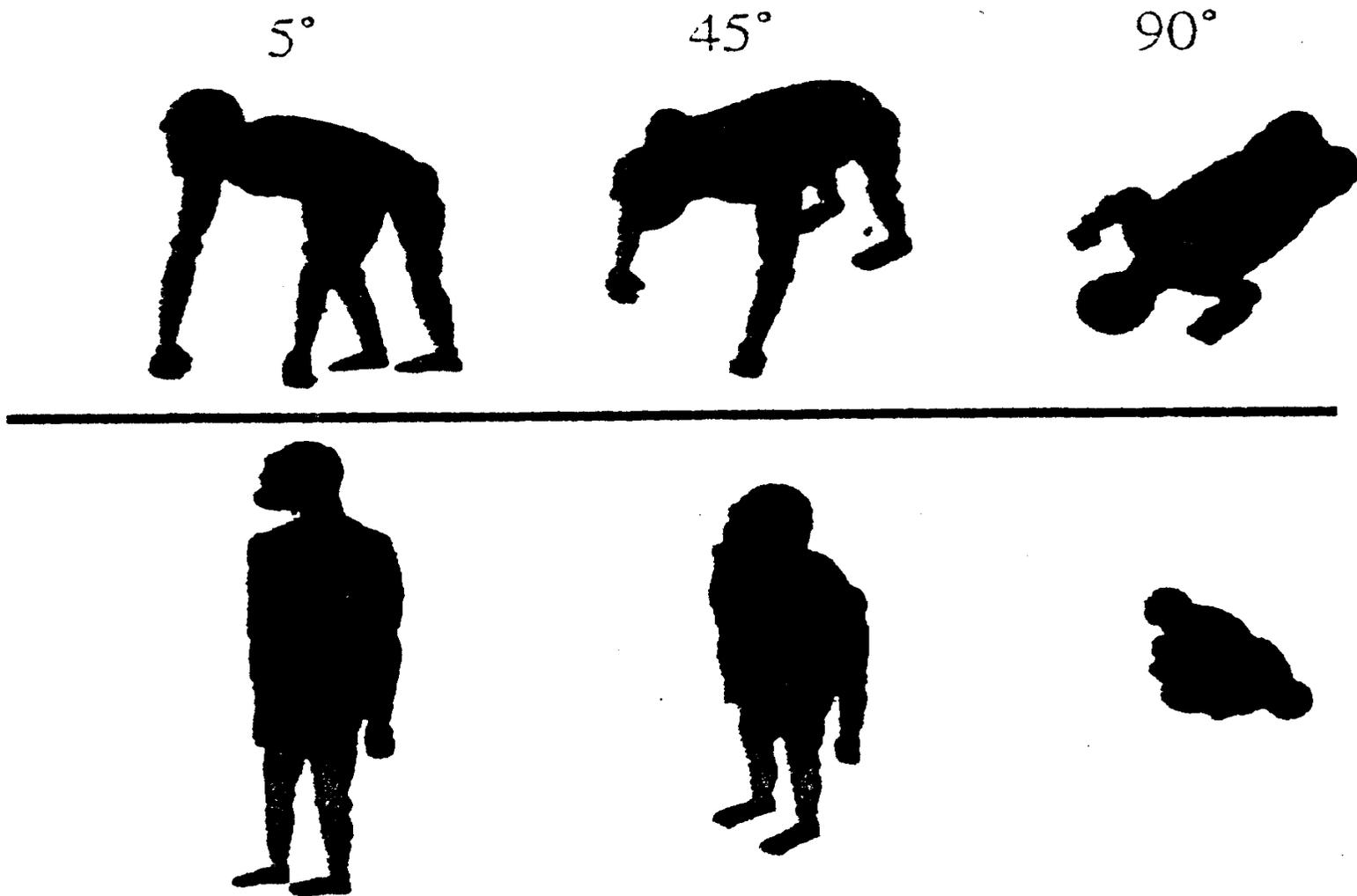
圖二、人類演化歷程不同觀點 (採自 Misia Landau)



圖三、古氣候與人類演化 (採自 Lewin)

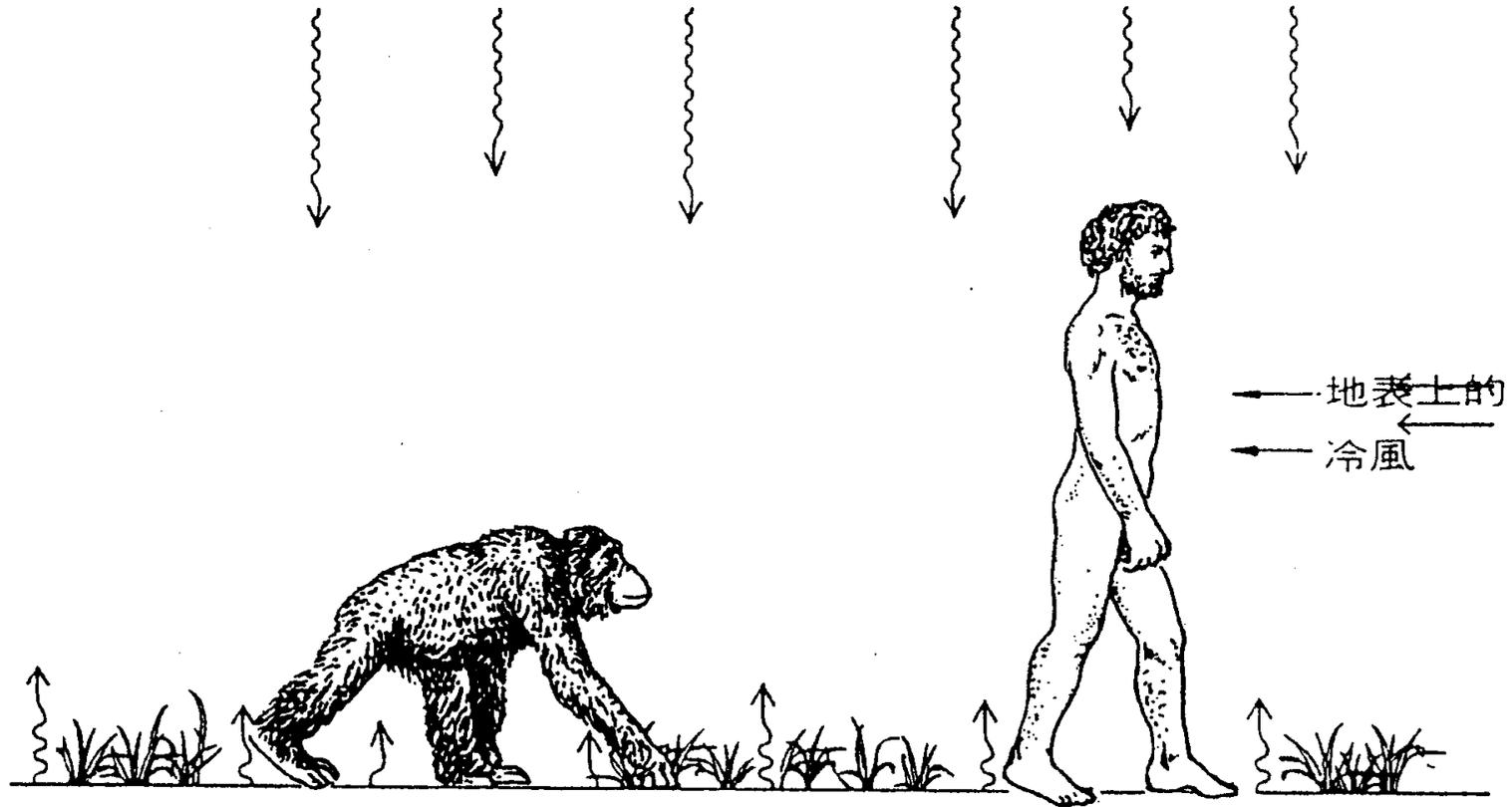


圖四、早期人類為何兩足行走的觀點（採自 Lewin）



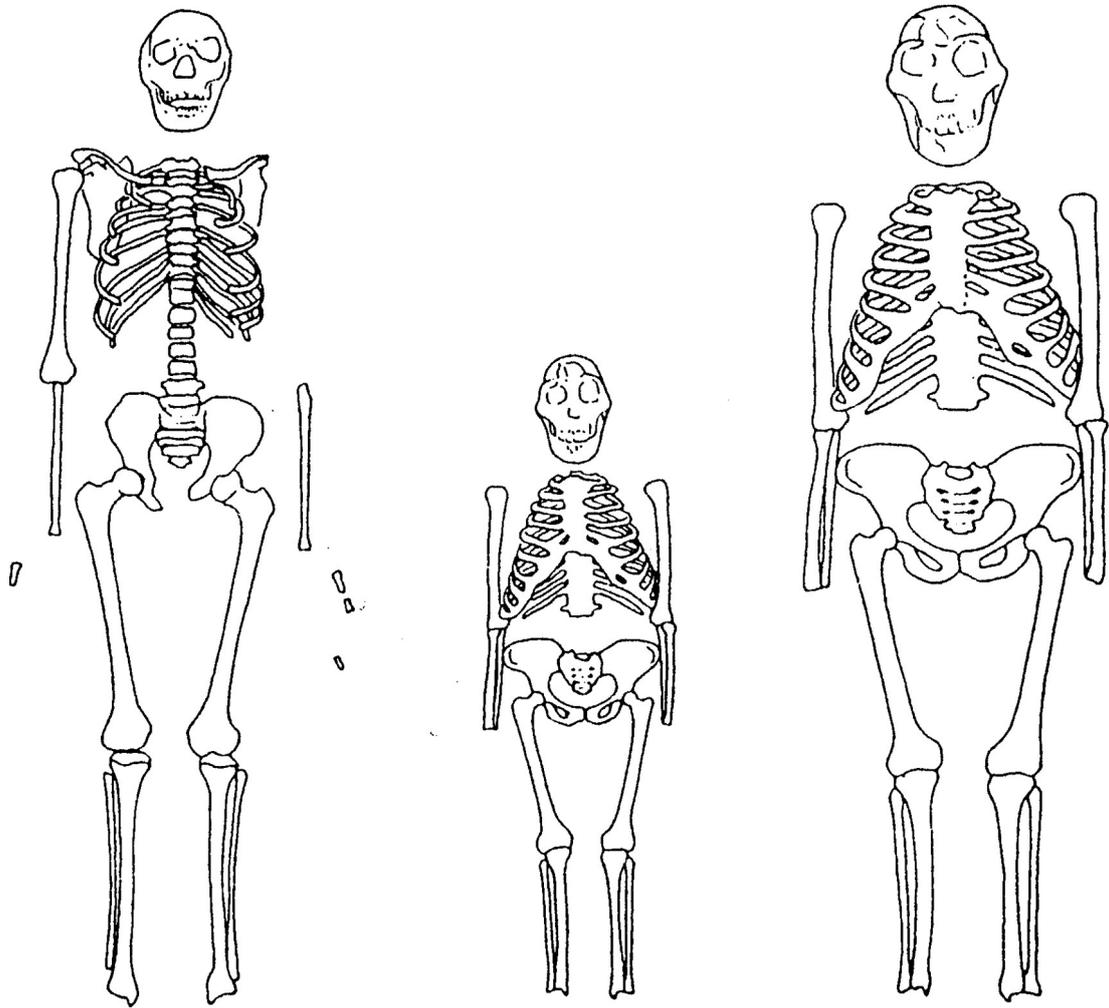
圖五、四足行走(上)及兩足行走(下)身體表面在太陽為地平線照射不同角度時所接受的輻射量(根據 wheeler 1993a)

熱帶地區的直射



地表的輻射照

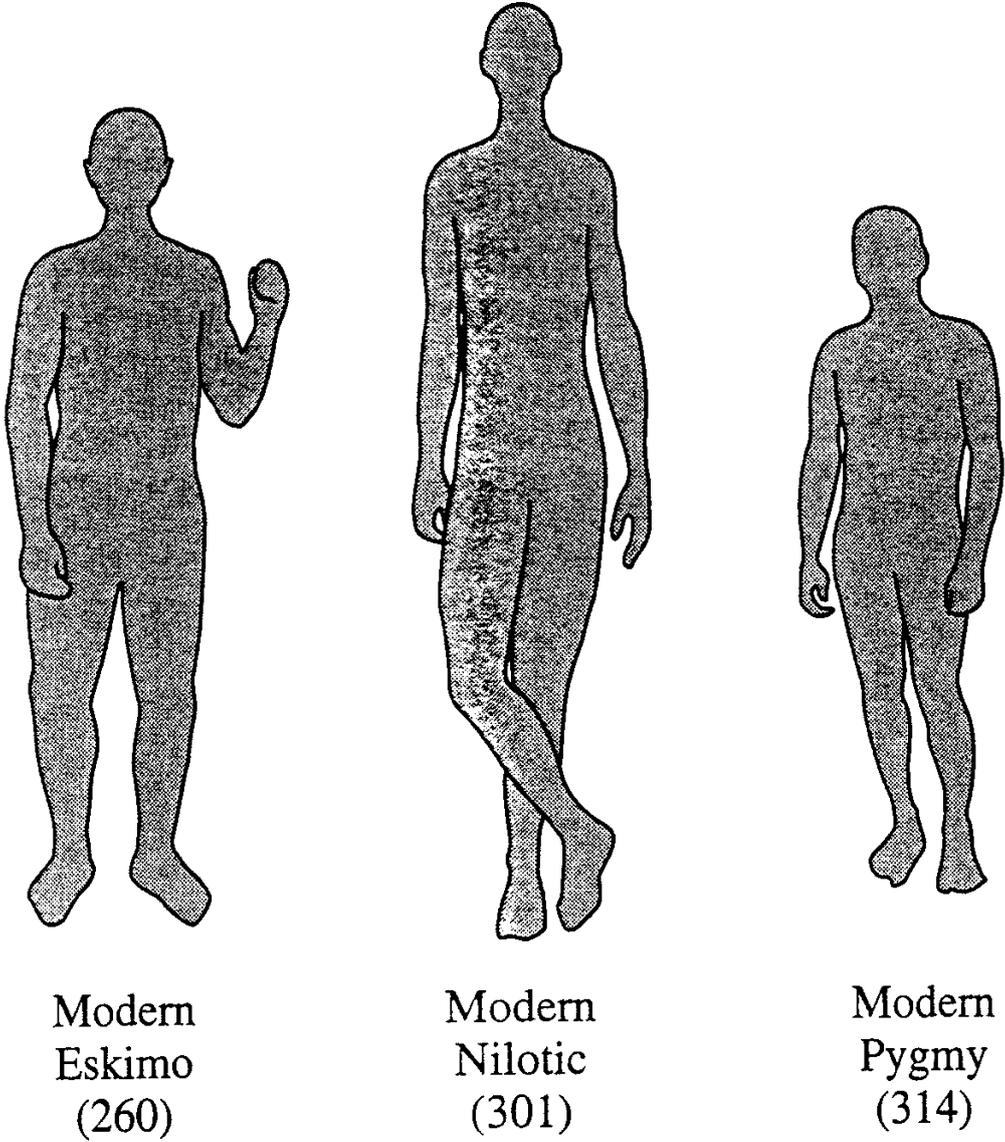
圖六、四足及兩足行走在熱帶草原上，體表所接受的不同輻射照量（根據 Tattersall 1993）



東非直立人  
(KNM-WT 15000)

南方猿人（露茜）及體型身長增大

圖七、早期東、北非南方古猿及直立人的身長及體型（根據 Ruff 1993）



圖八、現代人不同的體型（採自 Ruff 1993）