



牲畜對氣候的衝擊

文/World Preservation foundation
譯/陳美君、江智恩

✎ 牲畜爆量成長

最近60年，世界肉類消費量從1950年的4,700萬噸，增加到2005年的2.84億噸¹，成長5倍之多，而人口卻只成長一倍多。乳製品的消費也有類似的急劇成長。

與牲畜的爆量成長相比，人口過剩實在是相形見绌。在2009年，人類就育出640億隻動物，生產肉、奶、蛋。其中大部分是雞（80%），但也有15億頭牛，超過10億隻豬，10億隻綿羊，以及將近10億隻山羊¹。

花點時間想想我們家庭的牲畜“同伴”，就可以瞭解我們給地球帶來的壓力。住在美國的人有最多的同伴：每人每年28隻動物。每個美國人一生平均吃超過2,000隻動物和10萬個蛋。雖然城市居民幾乎見不到這群龐大的牲畜，但這些人類繁殖的動物，對地球的環境造成的巨大負擔，卻是無庸置疑。

餵養這些牲畜同伴是一大挑戰。利用聯合國糧農組織（UN Food and Agricultural Organization）詳盡的食物生產資料庫，以及其他關於土地使用及牲畜產量的資料，奧地利研究人員分析經濟作物產能³，發現雖然人類撥用的淨初級生產力（Appropriated Net Primary Productivity）中，有12%用於人類食物，但卻有58%為牲畜和草原火災所消耗掉。

譯者介紹

陳美君為財團法人懷海教育基金會董事、哥倫比亞大學應用語言學碩士。
江智恩為慈濟大學英美語文學系講師、哥倫比亞大學應用語言學碩士。
二位皆為環保蔬食聯盟特約譯者。

糧農組織統計數據庫（FAOstat）的資料，呈現出危險的失衡：

- 牲畜消耗的生物質是人類的5倍以上，但卻只提供人類17%的能量攝取，和40%的蛋白質攝取¹
- 現今牲畜消耗的生物質是恐龍的6倍以上⁵
- 現今牲畜量遠超過野生動物，比率是8：11。

根據世界衛生組織（WHO）2002年報告，全世界三分之一的人口「濫用土地、水和其他資源，以生產大量的糧食。所以，從健康的角度來看，典型的西方飲食不僅不可取，也造成環境無法永續。

世界衛生組織建議，人類的飲食應以富含水果、蔬菜、豆類等的植物性食物為主，以及幾乎不經加工的澱粉類食物⁴。

比起空前的龐大牲畜數量，人口過剩顯然是小巫見大巫。幾分重要的報告曾探討過這種嚴重失衡，包括糧農組織在2006年發表的《畜牧業的巨大陰影》（Livestock's Long Shadow）⁵。根據這篇報告，人類所生產的可食用穀物，已經比餵飽地球上所有人所需的穀物，還多出50%。

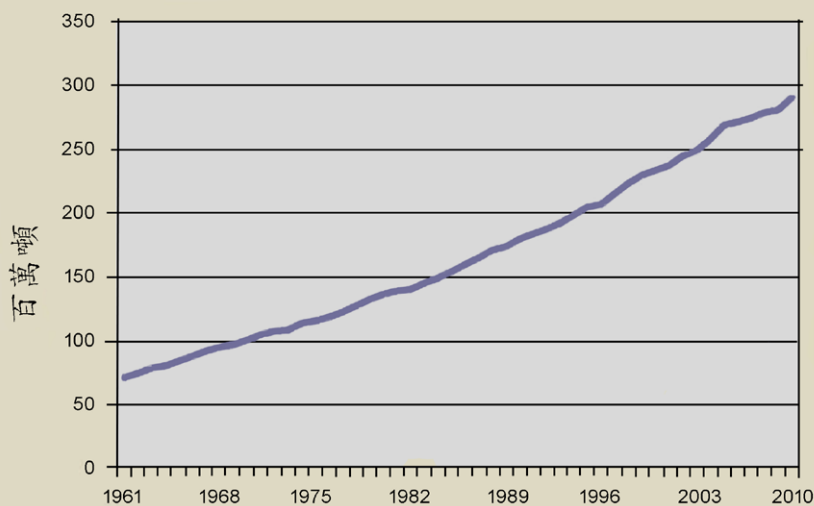
✎ 畜牧業的溫室氣體排放

聯合國糧農組織的報告：《畜牧業的巨大陰影》，探討了畜牧生產對環境和氣候的影響。其中包括牲畜腸道發酵、糞便的直接溫室氣體排放，以及毀林、飼料作物生產、加工等過程所造成的間接溫室氣體排放。他們的結論是，畜牧業產生的溫室氣體，佔全球溫室氣體排放的18%，其中包括全球37%的甲烷排放、65%的氧化亞氮以及9%的二氧化碳排放（來自毀林）。

2009年，世界銀行現任和前任的分析師，在《看守世界》雜誌（Worldwatch）發表文章，對畜牧業的溫室氣體排放做

肉類產量成長的速度是人口成長的兩倍²

圖1. 全世界肉類生產量，1961-2010年



@ 看守世界研究中心

來源：聯合國糧農組織

了更進一步的分析，發現牲畜的溫室氣體排放，佔了全球總排放量的51%⁶。這份報告是以甲烷的短期（20年）全球暖化潛勢（GWP）來計算，而不是常使用的100年全球暖化潛勢來計算。這種計算方式，顯示甲烷在較短的期間內，會產生3倍以上的暖化效果。這種算法顯然比較恰當，因為甲烷在大氣中的留存時間不到20年。比起聯合國環境規劃署（不是FAO？）的報告，這份研究資料更為周延，涵蓋了之前被忽略的土地使用排放（被清理成牧場後，土地所失去的碳吸存能力），重新評估甲烷的短期影響，並且更正了被低估的牲畜數量，以及一些附加的排放。

有人批評，這份報告不應把牲畜的呼吸——也就是所有牲畜呼出的二氧化碳——列入溫室氣體排放量。但作者認為，這些動物全是由人類繁殖飼養，他們是人類的產物，為人類而生，牠們的呼吸當然應該被算入因人類活動引起的溫室氣體排放量。批評者認為，他們的呼吸只不過是大氣裡二氧化碳的循環，從大氣、進到植物、到動物、再回到大氣。然而，正如我們在上一節看到的，牲畜消耗生物質所帶來的衝擊，是前所未有的（牲畜吃掉的生物質是恐龍的6倍以上）。當我們觀察到植物生物質大量耗竭，和土壤碳枯竭的明顯趨勢，將牲畜呼吸量算入因人類活動引起的溫室氣體排放，便有其道裡。

不過，就算我們不管呼吸，此研究發現，所有溫室氣體排放量的37%完全來自畜牧業。

因此，根據以上兩個大規模研究，人為溫室氣體的總排放量中，牲畜對氣候影響的比例，約在18%到37%之間，最高可達51%。

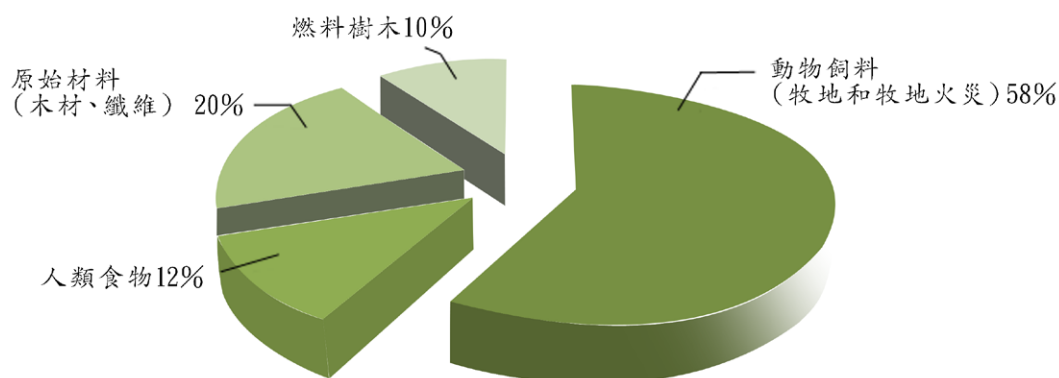


圖2. 植物生產力的使用：2004年人類撥用的淨初級生產力⁴

此外在短期內，畜牧業也對氣候暖化帶來其他重大的影響。正因如此，這點正好提供我們在短期和中期內，減緩暖化的有效方法。

✎ 短壽期氣候驅動媒介 (SLCFs)

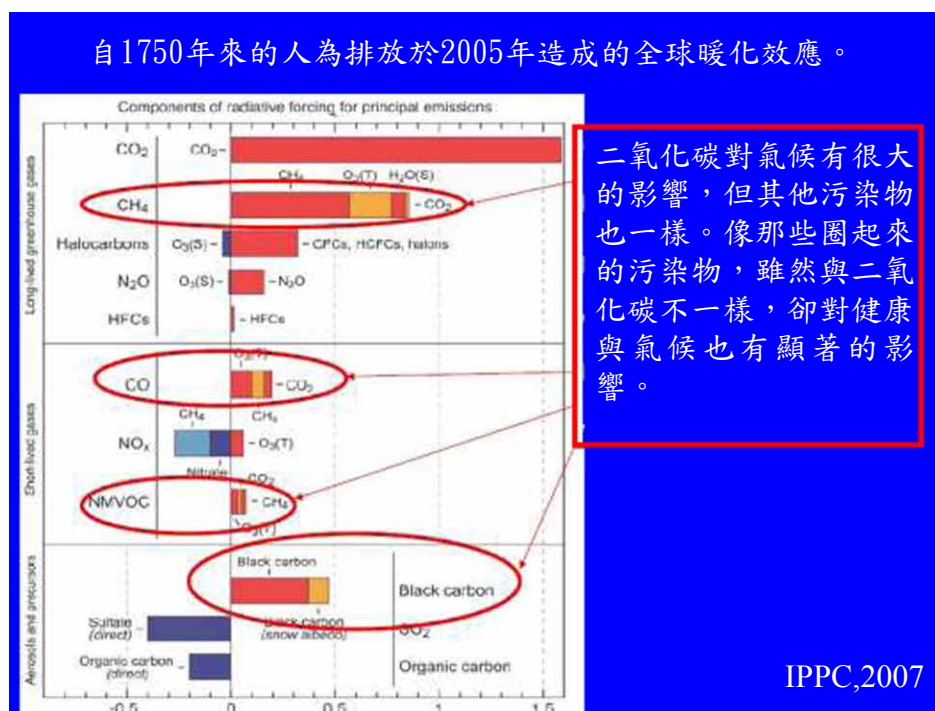
全世界對減碳意興闌珊，但這也引起人們對短壽期氣候驅動媒介 (SLCFs) 的關注。這些短壽期氣候驅動媒介屬於人為排放，有強烈的暖化效果，但在大氣中只能短時間留存：像是甲烷、黑碳和地面臭氧。2010年的聯合國環境規劃署和世界氣象局的報告顯示，雖然從長遠來看，二氧化碳的減量措施仍至關重要，但在未來50年內，若能減少短壽期氣候驅動媒介 (SLCFs) 的排放，將可大幅減低氣候變遷的速度⁷。

這份報告還指出，限制短壽期氣候驅動媒介 (SLCFs) 的排放，能在2070年前讓地球的暖化程度小於2°C，這份報告也提出了可行的減緩措施。

根據這些減緩措施，減少畜牧業生產是減少短壽期氣候驅動媒介 (SLCFs) 最有效且低成本的方法，因為畜牧業是甲烷、黑炭的主要來源。而我們在下文將看到，減少畜牧業生產，也是減少臭氧最好的方法。減少短壽期氣候驅動媒介 (SLCFs)，能帶來快速的成效，因為：

- 甲烷，其20年期間的全球暖化潛勢是二氧化碳的72倍，半衰期為7年⁸。
- 黑碳 (BC)，在大氣中是一種強力暖化媒介，在冰上和雪上時威力

圖3. 自1750年以來，甲烷、黑碳和其他短期氣體加起來，對暖化的影響相當於二氧化碳。



更是巨大。高達40%的全球暖化淨效應是來自黑碳的排放⁸。黑碳在大氣中能停留一至四個星期。

- 對流層臭氧是另一種重大溫室氣體，據估計，其暖化效應相當於二氧化碳的20%⁹。它在大氣中停留約20天，是形成煙霧、危害健康的一個禍因。

圖3是IPCC第四次評估報告中的表2.21⁸，比較自1750年以來所有排放的暖化效應。從中我們看到甲烷、黑碳和短壽期氣體（地面臭氧的前驅物質）的綜合暖化效應，已經和二氧化碳一樣大。因此，在短期和近期內，若要減緩全球暖化，控制短壽期氣候驅動媒介（SLCFs）是非常有效的方法。此圖雖然將甲烷列為“長期”，但它在大氣中的留存時間不到20年。

控制甲烷、黑碳和對流層臭氧，對健康也極有助益：可預防全世界每年240萬人過早死亡，這些夭折的人口主要來自第三世界國家⁷。這個方法也能保障糧食安全：可避免全球農作生產1-4%的損失⁷。

牲畜生產因此不僅是溫室氣體的主要來源之一，也是短壽期氣候驅動媒介（SLCFs）的主要來源。因此，牲畜減產，即是快速減少暖化最有效的方法。

甲烷

圖4清楚顯示，人類產生的甲烷來源，至少有三分之一來自畜牧業（反芻動物、牧場上的生物質燃燒以及動物糞便），三分之一來自煤

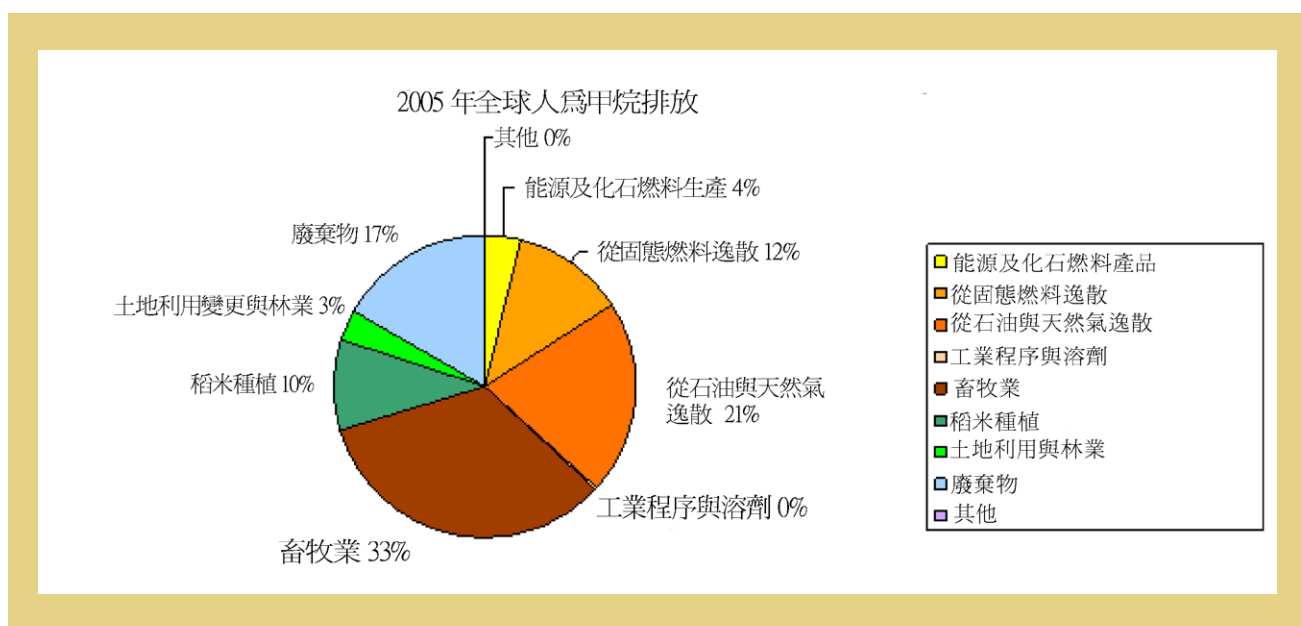


圖4. 人為的甲烷排放。

炭開採以及天然氣和石油煉製時的逸散排放，10%來自水稻栽培，約17%來自廢棄物，和少部分來自土地利用、林業以及能源生產¹⁰。另外，濕地也會產生大規模的甲烷排放，而這自然的甲烷來源也可能受到氣候變遷影響。

✎ 甲烷捕集有效嗎？

雖然畜牧業者已經在幾個方面降低碳排放密集度，包括用密集圈養以及施打生長激素，來縮短牲畜的生長時間。但要進一步提升碳效率卻所費不貲。大家都在尋找更新的技術，希望能透過著飼料及基因改造減少腸內發酵。但這些嘗試的結果卻沒有定論，而業者因成本的考量，也都沒有採納這些措施¹¹。因此，雖然畜牧業是甲烷的最大來源，卻沒有多大的減量潛力，除非減少牲畜數量¹²。

目前已經有幾個業者成功捕集飼養場糞便中的甲烷，然而，糞便中的甲烷只佔牲畜甲烷排放量不到10%，也因為成本偏高，一直沒有被廣泛採用¹³。事實上，各種捕集甲烷的技術，只能運用在工業化的養殖場，因為動物的糞便可以集中處理。但集約化的養殖環境也帶來許多禍害，例如，水和空氣污染等環境問題、社區的社會問題、對當地公共衛生的威脅、以及可能滋生包括豬流感、禽流感等流行病¹⁴。有越來越多的消費者考慮到動物福利，拒買工廠化養殖的肉¹⁵。

不同種類的動物，對氣候的影響大不相同。放牧反芻動物，如牛、綿羊和山羊，因為直接排放甲烷，其造成的溫室效應相對高很多；而單胃動物（如雞）的甲烷排放最少。然而，若以食物提供的每單位能量或蛋白質來衡量，雞對氣候的影響，仍比植物性食物多好幾倍。

達爾豪斯大學（Dalhousie University）和倫敦衛生及熱帶醫學院（London School of Hygiene and Tropical Medicine）的研究結論認為，整體而言，甲烷捕集技術不足以減少牲畜的溫室氣體排放，並明確指出：人類必須改變飲食模式，減少食用動物性蛋白^{16,18}。

顯然，減少甲烷排放最有效的方法，就是減少畜牧生產。這個結論更是重要，因為，如下文所示，甲烷減排也是減低地面臭氧最有效的方法¹⁷。

✎ 黑碳

黑碳（碳煙）是一種強烈的暖化媒介，來自於化石燃料的不完全燃燒。這種黑色顆粒會吸收太陽光並重新放出熱量，而導致大氣升溫。黑碳來自柴油引擎的廢氣排放，以及生物質的燃燒。例如發展中國家常使用的爐灶，以及露天燃燒，也就是燃燒森林和草原的火。黑碳主要來自露天燃燒（佔42%）¹⁸，我們也知道80-90%的露天燃燒都是故意引燃的¹⁹。

雖然空氣中黑碳的加熱功效，往往被同時產生的氣膠（aerosols）所中和，但是當黑碳降落在冰上或雪上時，卻會導致冰雪快速融化²⁰。根據美國航太總署（NASA）的一項研究，最近（即過去30年來）北極地區的暖化，30%以上可能是由黑碳所引起，結果造成北極海冰的加速融化²¹。其他因黑碳沈降物導致融冰的現象則是發生在喜馬拉雅山、瑞士阿爾卑斯山和南極洲。

南極半島是地球升溫最快的地方，那裡已經發現生物質燃燒後產生的黑碳。一半以上的黑碳是源自於牧場管理實務，其中大多來自南美洲，還有將近30%的黑碳來自非洲²²；這是因為亞馬遜地區的森林遭砍伐後變成的牧場，常以經常性焚燒的方式來維護，而在巴西的塞拉多地區（Cerrado）森林砍伐所清出的生物質，幾乎全部都以焚化處理。在這些地區裡，約80%的毀林是為了做為牧場，或種植供動物食用的黃豆²³。這也說明了，造成南極冰融的黑碳，最主要來自放牧活動。

目前的黑碳減量措施主要是將發展中國家的爐灶和磚窯，替換成比較潔淨有效率的設施；另外則是為柴油引擎排氣管加裝過濾器⁷。這些都是改善空氣品質、減緩暖化和促進健康的重要措施。然而，源自畜牧生產，且為黑碳最大來源的露天燃燒，卻未受到充份重視。

農夫廣泛採行焚燒方式來維護牧場，以防止樹木再生並清除乾燥且無法食用的植物。燃燒後的灰燼作為短期肥料，而焚燒也可以控制蟬和其他害蟲，並用來清除作物收割後的殘留物¹⁹。

根據哥本哈根共識中心（Copenhagen Consensus Center）的一項研究，如果能在非洲和南美洲實施降低露天燃燒的計畫，將能減少全球80%的黑碳排放²⁴。

人為的焚燒造成全球15%的二氧化碳排放，其中絕大部分的排放，無法因植物的再生而中和²⁵。停止為維護牧場和毀林而起的焚燒活動，能立即減少黑碳及二氧化碳的排放。

大家普遍認為，幾個世紀以來，火是大地景觀的一部分，原住民用火焚燒以便打獵，用火塑造景觀。然而，一項研究針對東南亞、澳洲、紐西蘭地區的223筆焦炭沉積物記錄進行詳實分析，結果顯示：原住民到達這些地區後露天燃燒並沒有增加；但過去200年來，露天燃燒卻顯著增加，這段時期恰好是歐洲移民移入，並帶來其牧場管理實務的時期²⁶。

露天燃燒也嚴重威脅人類健康和作物生產。在熱帶地區，大火產生的褐雲會干擾季風降雨，減少1-4%的全球作物收成，如果把煮飯的火也一起算入的話，露天燃燒導致每年240萬人過早死亡⁷。

不 地面臭氧

臭氧的產生，源自一系列複雜的光化學反應。當陽光照射大氣中的氮氧化物（從車輛及天然來源）、甲烷、一氧化碳以及各種揮發性含碳化合物，臭氧便產生了⁷。它在大氣中留存幾天到幾個星期的時間，是煙霧（smog）的主要成分，造成嚴重的呼吸相關疾病²⁷。臭氧也會破壞植物細胞和減少葉綠素生成，而抑制植物生長，嚴重影響作物產量。

臭氧也是一種強大的溫室氣體，如同前面IPCC的圖表所示，其暖化效應相當於二氧化碳總排放量的20%。蘇里亞計畫（Project Surya）估計，單單減少臭氧就能抵銷十年的二氧化碳排放量的暖化效應¹⁷。阿貢實驗室（Argonne Laboratories）、哈佛大學、美國環保署及其他地方的研究已經確認，控制臭氧最有效的方法是減少甲烷²⁸。由於人為甲烷排放的最大來源是畜牧生產，減少畜牧生產將是減少臭氧產生最有效的方法。

不 森林砍伐

從2000年到2010年的十年內，平均每年有1,300萬公頃（相當於360公里見方）的森林被摧毀，比美國印第安納州還大。大部分毀林發生在發展中國家，主要是巴西（佔全球毀林面積四分之一以上），其次是印尼和馬來西亞，然後是非洲國家²⁹。雖然估計各不相同，但根據

全球森林資源評估（Global Forest Resource Assessment）的資料，毀林的成因包括：伐木10-15%、小農農業35-40%、牧牛場20-25%和大型農業15-20%⁴²。為開闢牧場或種植牲畜飼料作物而砍伐森林，佔所有砍伐面積的60-80%（森林砍伐後，土地經常被用來做為牧場）³⁰。

最近重新修訂的數據顯示，毀林帶來每年29億噸的碳排放，佔人為總排放量的四分之一以上³¹。因此，大幅縮減畜牧業，能迅速降低這些排放，並減少當森林被清作牧場時所造成的土壤破損失³²。

巴西的毀林比率最高，為了增加牧場和種植飼料作物的用地，森林飽受威脅。巴西有2億頭牛，還計劃倍增牛的數量。巴西被清伐的林地有65-70%直接用於養牛，另外20%的地種植牲畜飼料作物³³。巴西的塞拉多（Cerrado）熱帶林地正快速地遭到砍伐，變成種黃豆的大農田，而這些黃豆大多出口到中國當豬的飼料³⁴。

印尼的毀林壓力主要來自種植棕櫚樹，在棕櫚樹還未能收成的前五年，砍伐下的木材可提供收入。在棕櫚油的产品中，棕櫚仁萃取物（佔棕櫚油15%的產值）專供牲畜飼料使用³⁵。

在印尼和非洲的部分地區，刀耕火種的農法一度被認為是森林砍伐的第二大原因。然而，隨著農村人口向城市遷移，大規模、出口導

2000-2005 年森林區域淨改變最大的國家

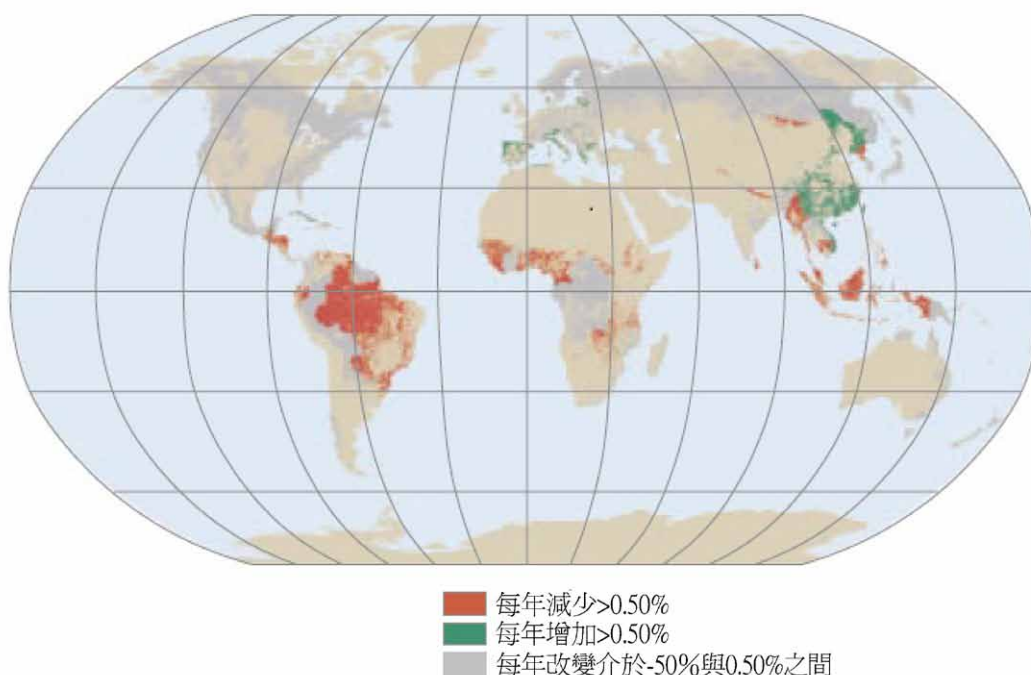


圖5. 2000-2005年全球的毀林/造林³⁷，此圖顯示出毀林熱點和中國的造林

向的農作生產，顯然已變成砍伐森林的驅動因素³⁶。隨著城市擴張，對大型農企業的需求也不斷擴大。答案已經很清楚了：

減少森林砍伐最有效的方法，就是遏止牧地及飼料作物用地的需求。

✘ 意想不到的禮物：

正如以上的論述，如果停止畜牧生產，對氣候的影響將是：

縮減牧場和減少飼料作物對氣候的影響：大幅減低森林砍伐、露天燃燒、甲烷、氮氧化物、黑碳排放和地面臭氧生成

- 減少18%-51%的溫室氣體排放量
- 毀林（佔全球溫室氣體排放量的25%）將大幅減少
- 露天燃燒（佔全球溫室氣體排放量的15%）將大幅減少
- 去除短壽期氣候驅動媒介（甲烷、黑碳和地面臭氧）的最大來源，迅速減緩短期和中期暖化。

以上是主要的好處。如果畜牧業生產停止了，即使我們沒有採取任何其他遏止氣候變遷的行動，溫室氣體排放量還是會巨幅減少，數十年來累積在大氣的溫室氣體也將被逆轉——被再生的森林和草原吸收掉。

✘ 復育森林與恢復土壤碳儲存

畜牧生產停止時，對牧地需求也會停止，這將帶來龐大的森林復育機會，有助於從大氣中吸存碳。牧地佔地球陸地面積的25%（佔所有農業用地的70%）¹⁰，其中大部分原本是森林。大多數的森林會自然地從塊莖、根和種子再生，農民為了維護牧場，不得不一再地清伐、犁地、焚燒，以防止森林再生。森林復育提供了低成本、大規模的生物固碳法。一項研究估計，有限的造林可在2000到2050年之間³⁷，吸存250億噸碳。最近一項全球性的研究也支持以上的論點，這項研究指出，在1990到2007年之間，森林已經每年吸存24億噸的碳，相當於所有化石燃料碳排放量的三分之一³⁹。

讓土壤重新儲碳（土壤儲存碳量可超過地表上植被儲碳）可讓過去土壤所損失的碳（420-780億噸）的50-66%重新回到土裡³⁸。這兩項措施的任何一項，皆可吸存至少十年的二氧化碳排放量。總部設在美國的羅代爾研究所（Rodale Institute）估計，有機農法可捕集40%的現存二氧化碳³⁹。

牲畜生產者指出，利用微區放牧（cell grazing）可增加土壤碳含量，同時保持牲畜產量。微區放牧確實可增進土壤碳含量；然而，設立圍欄，維護圍欄，以及設置微區放牧所需的飲水點，都需要可觀的費用，也需要大量的勞力定期遷移牲畜。在熱帶和亞熱帶的牧場（全世界大部分放牧牛的所在），低載畜量和飲水點之間距離過大，都使微區放牧窒礙難行。牧地之所以提供巨大的固碳潛力，是因為全世界牧地土壤碳含量長期下降，這個現象經常伴隨著多年生的原生草種的消失。所以，要發揮土壤固碳潛力最有效的方法，就是不養牲畜，這樣才能根除土地退化的肇因。



大幅節省減緩氣候變遷的成本

荷蘭環境評估局（Netherlands Environmental Assessment Agency）研究了一種減緩氣候危機的方法⁹，也就是放棄現有牧場，恢復土地原來植被：森林，草原或青草地。根據他們的估算，全世界轉型到少肉飲食，將能省下約50%減緩氣候變遷的成本，無肉飲食能省下70%的成本，而無動物產品的飲食，更可節省高達80%的成本。

這項研究的重要性不容忽視——如果我們能放棄牧場，讓自然植被恢復，那麼解決氣候危機的成本將只需要其他方案的五分之一，而且也不需要用到任何未經驗證的技術解決方案，或地球工程技術。我們在這裡提出有機純素的解決方案，還能達到更卓越的功效，因為如果採用有機栽培，每年有另外5-15%的二氧化碳排放量，將可從大氣中移除，被儲存到土壤的有機質裡³⁷。

行動的時候到了

氣候危機很快會迫使大家採取更積極的行動。這裡提出的氣候解決方案，也許聽起來有些激進，但它確實能收到短期和長期的成效。這個方案的成本低，成效大，在很多其他的層面上，也有深遠的影響，實在值得我們重視。

參考資料

1. FAOstat (2011). FAOstat. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Retrieved from: <http://faostat.fao.org/>
2. Worldwatch Institute, (2011) State of the World 2011: Innovations that Nourish the Planet, Worldwatch Institute, January 2011. Available from <http://www.worldwatch.org/sow11>
3. Haberl, H., Erb, K.H., Krausmann, F., Gaube, V., Bondeau, A., Plutzer, C., Gingrich, S., Lucht, W., and Fischer-Kowalski M. (2007, July 31) Quantifying and mapping the human appropriation of net primary production in earth's terrestrial ecosystems. Proceedings of the National Academy of Sciences, 104 (31). doi: 10.1073/pnas.0704243104
4. WHO (2002). Human Vitamin and Mineral Requirements. World Health Organization Food and Agriculture Organization of the United Nations. Retrieved from: <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/004/y2809e/y2809e02.pdf>
5. UNFAO (2006). Livestock's Long Shadow. UN Food and Agriculture Organization (UNFAO). Retrieved from: <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/010/a0701e/a0701e00.pdf>
6. Goodland, R., Anhang, J., (2009). Livestock and Climate Change, World Watch Institute (Nov/Dec 2009). Retrieved from: <http://www.worldwatch.org/files/pdf/Livestock%20and%20Climate%20Change.pdf>
7. UNEP and WMO (2011). Integrated Assessment of Black Carbon and Tropospheric Ozone: Summary for Decision Makers. United Nations Environment Programme and World Meteorological Organization (UNEP & WMO). Retrieved from: http://www.unep.org/dewa/Portals/67/pdf/Black_Carbon.pdf
8. Solomon, S., Qin, D., Manning, M., Chen, Z., Marquis, M., Averyt, K.B., Tignor, M. and Miller, H.L. (Eds.) (2007). Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge, Cambridge University Press.
9. Wallack, J.S., and Ramanathan, V. (2009, September/October). The Other Climate Changers: Why Black Carbon and Ozone Also Matter. Foreign Affairs, 88 (5), Retrieved from: http://www.projectsurya.org/storage/WallackRam_FApp105-2009.pdf
10. EDGAR 4.1 (2010). Emission Database for Global Atmospheric Research (EDGAR), release version 4.1. European Commission, Joint Research Center (JRC) /Netherlands Environmental Assessment Agency (PBL). Retrieved from: <http://edgar.jrc.ec.europa.eu>
11. Eckard RJ, Grainger C, de Klein CAM (2010). Options for the abatement of methane and nitrous oxide from ruminant production: A review. Livestock Science 130: 47–56, doi: 10.1016/j.livsci.2010.02.010
12. Lucas, P.L., Detlef, P., vanVuuren, J., Olivier, G.J., den Elzen, M. (2007) Long-term reduction potential of non-CO2 greenhouse gases Environmental Science & Policy 10 (2007) 85-10
13. Pelletier, N. and Tyedmers, P. (2010, October). Forecasting potential global environmental costs of livestock production 2000–2050. Proceedings of the National Academy of Sciences. doi: 10.1073/pnas.1004659107
14. Pew Commission (2009, August). Putting Meat on the Table: Industrial Farm Animal Production in America. Pew Commission on Industrial Animal Farm Production. Retrieved from: <http://www.ncifap.org/bin/ej/PCIFAPFin.pdf>
15. D' Silva & Webster (2010) The Meat Crisis: Developing more sustainable production and consumption, EarthScan, September 2010, from http://www.ciwf.org.uk/what_we_do/factory_farming/the_meat_crisis_developing_more_sustainable_production_and_consumption.aspx
16. Friel, S., Dangour, A. D., Garnett, T., Lock, K., Chalabi, Z., Roberts, I., Butler, A., Butler, C. D., Waage, J., McMichael, A. J., Haines, A. (2009, November 25). Public Health benefits of strategies to reduce greenhouse gas emissions: food and agriculture. The Lancet. doi:10.1016/S0140-6736 (09) 61753-0
17. Fiore, A. M., West, J. J., Horowitz, L. W., Naik, V. and Schwarzkopf, M. D. (2008). Characterizing the tropospheric ozone response to methane emission controls and the benefits to climate and air quality, Journal of Geophysical Research, 113, D08307, doi:10.1029/2007JD009162
18. Bond, T.C. (2007, October 18). Testimony for the Hearing on Black Carbon and Climate Change. House Committee on Oversight and Government Reform, p 2.
19. Lauk, C., Erb, K.H. (2009). Biomass consumed in anthropogenic vegetation fires: Global patterns and processes. Ecological Economics, 69 (2), 301-309. doi:10.1016/j.ecolecon.2009.07.003
20. Wallack, J.S., and Ramanathan, V. (2009, September/October). The Other Climate Changers: Why Black Carbon and Ozone Also Matter. Foreign Affairs, 88 (5), Retrieved from: http://www.projectsurya.org/storage/WallackRam_FApp105-2009.pdf

[2009.pdf](#)

21. Schindell, D. and Faluvegi, G. (2009, March 31) . Climate response to regional radiative forcing during the twentieth century. *Nature Geoscience*. doi: 10.1038/NGEO47312
22. Evangelista, H., Maldonado, J., Godoi, R. H. M., Pereira, E. B., Koch, D., Tanizaki-Fonseca, K., Van Grieken, R., Sampaio, M., Setzer, A., Alencar, A., Gonçalves, S. C. (2006) . Sources and Transport of Urban and Biomass Burning Aerosol Black Carbon at the South–West Atlantic Coast. *Journal of Atmospheric Chemistry*, 56 (3) , 225-238. doi: 10.1007/s10874-006-9052-8
23. Chomitz, K.M. and Thomas, T.S. (2001) . Geographic Patterns of Land Use and Land Intensity in the Brazilian Amazon. Development Research Group, World Bank, with contributions by IBGE, University of Washington CAMREX Project, and IMAZON.
24. Baron, R. E., Montgomery, W. D. and Tuladhar, S. D. (2009, August 14) . An Analysis of Black Carbon Mitigation as a Response to Climate Change. Copenhagen Consensus Center. Retrieved from: http://fixtheclimate.com/uploads/tx_templavoila/AP_Black_Carbon_Baron_Montgomery_Tuladhar_v4.0.pdf
25. van der Werf, G. R., Randerson, J. T., Giglio, L., Collatz, G. J., Mu, M., Kasibhatla, P. S., Morton, D. C., De Fries, R. S., Jin, Y., and van Leeuwen, T. T. (2010) . Global fire emissions and the contribution of deforestation, savanna, forest, agricultural, and peat fires (1997–2009) , *Atmospheric Chemistry and Physics Discussions*,doi:10.5194/acpd-10-16153-2010.
26. Mooney, S. D., Harrison, S.P., Bartlein, P.J., Daniau, A. L., Stevenson, J., Brownlie, K.C., Buckman, S., Cupper, M., Luly, J., Black, M., Colhoun, E., D' Costa, D., Dodson, J., Haberle, S., Hope, G.S., Kershaw, P., Kenyon, C., McKenzie, M., Williams, N. (2011, January) . Late Quaternary fire regimes of Australasia, *Quaternary Science Reviews*, 30 (1-2) , 28-46. doi:10.1016/j.quascirev.2010.10.010
27. Prather, M. J., and Ehhalt, D. (2001) . Chapter 4. Atmospheric Chemistry and Greenhouse Gases. In J.T. Houghton et al., (Eds) , *Climate Change 2001: The Scientific Basis* (pp. 239-287) . Cambridge: Cambridge University Press,
28. Fiore, A. M., West, J. J., Horowitz, L. W., Naik, V. and Schwarzkopf, M. D. (2008) . Characterizing the tropospheric ozone response to methane emission controls and the benefits to climate and air quality, *Journal of Geophysical Research*, 113, D08307, doi:10.1029/2007JD009162
29. UNFAO (2006) . Global Forest Resources Assessment 2005 FAO Forestry Paper 147, UN Food and Agriculture Organization (UNFAO) . Retrieved from: <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/008/A0400E/A0400E00.pdf>
30. McAlpine, C.A., Etter, B., Fearnside, P.M. and Laurance, W.F. (2009) . Increasing world consumption of beef as a driver of regional and global change: A call for policy action based on Evidence from Queensland (Australia) , Colombia and Brazil. *Global Environmental Change*, 19 (1) . doi:10.1016/j.gloenvcha.2008.10.008
31. Pan, Y., Birdsley, R., Fang, J., Houghton, R., Kauppi, P., Kurz, W., Phillips, O., Shvidenko, A., Lewis, S., Canadell, S., Ciais, P., Jackson, R., Pacala, S., McGuire, A., Piao, S., Rautiainen, A., Sitch, S., Hayes, D. (2011) A Large and Persistent Carbon Sink in the Worlds Forests 10.1126 Science.120160
32. Lal, R. (2004, June 11) . Soil Carbon Sequestration Impacts on Global Climate Change and Food Security. *Science*, 304 (5677) . Doi: 10.1126/science.1097396
33. Chomitz, K.M. and T.S. Thomas (2001) Geographic Patterns of Land Use and Land Intensity in the Brazilian Amazon. Development Research Group, World Bank, with contributions by IBGE, University of Washington CAMREX Project, and IMAZON. http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=632755
34. WWF (2011) Soya and the Cerrado: Brazil' s forgotten jewel. WWF UK, http://assets.wwf.org.uk/downloads/soya_and_the_cerrado.pdf
35. Greenpeace (2009) Briefing: Key Points – Palm Kernel Animal Feed, Greenpeace New Zealand, September 2009 <http://www.greenpeace.org/new-zealand/en/reports/palm-kernel-briefing/>
36. DeFries, R., Rudel, T., Uriarte, M. & Hansen, M. (2010) Deforestation driven by urban population growth and agricultural trade in the twenty-first century. *Nature Geoscience* 3, 178 - 181 (2010) Published online: 7 February 2010 | doi:10.1038/ngeo756
37. Lal, R. (2008, February) . Carbon Sequestration. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, 363 (1492) . doi: 10.1098/rstb.2007.2185
38. Fisher, M.J., Braz, S.P., Dos Santos, R.S.M., Urquiaga, S., Lves, B.J.R. and Bodde, R.M. (2007) . Another dimension to grazing systems: Soil carbon. *Tropical Grasslands*, 41, 65–83. http://www.tropicalgrasslands.asn.au/Tropical%20Grasslands%20Journal%20archive/PDFs/Vol_41_2007/Vol_41_02_2007_pp65_83.pdf
39. http://www.rodaleinstitute.org/files/Rodale_Research_Paper-07_30_08.pdf