



畜牧對河岸生態環境之影響

文 ■ 方偉達 ■ 東海大學景觀學研究所兼任助理教授（通訊作者）

周睿鈺 ■ 彰化師範大學生物學研究所研究生

一、前言

河岸區為水域與陸域環境交會處，為具緩衝性的生態系統。河岸環境通常比高地環境容易遭到畜牧業之破壞。此一生態系統之特徵在於具有毗連河道及高地兩區域，並提供了水分、養分及有機物質貯存之過渡環境。河岸生態系統在沈積土壤、穩定微氣候、增進生產力、激流流域中生物因子的連續性（self-perpetuating）作用等，都提供了多樣化的功能（Gregory *et al.*, 1991）。這些因素造就了河岸生態系統，有別於毗連的高地環境的特殊植物群落。因此，河岸生態系統的最佳定義為：植物、動物與水棲群落的集合。Thomas等學者（1979）描述美西地區，在牧場經營環境下，河岸生態系統的共

同特徵：（1）在乾燥氛圍之環境下，河岸環境營造出物種棲息處；（2）河岸環境可營造出麻雀雖小，但五臟俱全的水陸環境；（3）河岸環境具有較高的生產力；（4）河岸環境為牧場區域中，生物多樣性的來源。這種多樣性高、生產力高與其他得天獨厚的因素，使得河岸生態環境成為漁牧業與野生動物保育之首選區。

美西地區之河岸畜牧業歷史已經超過五百多年。美國亞利桑那州與新墨西哥州畜牧業，始於西班牙於西元1500年左右引進（Jemison and Raish, 2000）。人們喜歡於河岸環境蓄養家畜，原因為其提供了比高地環境還多的養分來源。例如莎草科植物（*Carex* spp.）具有在河岸環境，維持一定數量粗蛋白

（圖片取自自然文化）

(crude protein) 的養料來源。Roath與Krueger (1982) 於山區環境，觀察蓄養家畜的棲地，並且認為雖然河岸環境草皮，僅僅占了1%到2%的面積，但是卻可以提供牲畜飼料20%的來源。此外，因為濕潤的草坪比乾燥山區的草皮環境，具有較高的生產力；每英畝的河岸環境，相等於10至15處森林環境所能提供放牧活動的能力。科學家研究指出，河岸環境較吸引牲畜覓食。河岸環境主要能吸引牲畜之原因為：(1) 容易獲得飲用水源；(2) 河濱提供遮蔭掩蔽的微氣候特徵；(3) 草原飼料品質較優良 (Clary and Webster, 1989)。

截至目前為止，畜牧業環境影響已經成為河岸環境、生態水文、水棲生物、農業經濟與社會科學方面備受爭議的話題。反對與贊成蓄養家畜活動，已成為牧場經營者與科學家唇槍舌劍的話題。從大眾激辯的論點中，說明其科學學理已成為批評的箭靶。然而，許多反對與贊成畜牧活動的擁護者，其種種的論辯方式，並沒有科學基礎。因此，本篇文章分析了他們的批評，並從文獻回顧中作出結論。文獻回顧包含了有關書目、網路的研究資料與圖書館文獻。我們以有關蓄養家畜造成河岸環境的衝擊，作為找尋文獻的主軸。根據Larsen等學者 (1998) 的研究，依據其經驗分類，關於畜牧業造成環境衝擊之結果，在統計學上來說是無庸置疑的，統計上述相關的國際期刊文獻，共有89篇。因此，這些研究者對於科學的嚴謹態度，證實了密集的畜牧業活動，對於河岸環

境具有負面的影響。最後，我們也會以這些統計結果與觀察的資料，作一結論。

二、贊成畜牧活動的迷思

美國蓄養家畜的地區，在毗連的48州中，佔了41%面積，相較之下，農地只佔了31%，而都市用地佔了6% (美國農業部經濟研究局, Economic Research Service, USDA, 2000)。Sobecki等學者 (2001) 的測量研究中，顯示美西地區，蓄養家畜地區面積，超過一億六千萬公頃。根據美國內政部 (U.S. Department of the Interior) 的資料，畜牧活動已經破壞了美西地區約80%河川及河岸環境生態系統。

由於河岸環境密集畜牧，已經開始有人著手關心蓄養家畜對環境衝擊的議題。而其爭議在於：蓄養家畜是否真的對河岸環境生態系統造成嚴重影響？有些科學家是持贊成畜牧的意見。Busby (1979) 批評，若將畜牧活動認為是唯一且必然對河岸環境生態系統造成影響的原因，是不合乎情理的。Ryder (1980) 則提出畜牧業甚至有助於棲地與生物多樣性，並提供一些鳥類棲所之處。Savory (1988) 則宣稱蓄養家畜有助於河川環境。White (1999) 則認為季節性的畜牧活動，有助於河岸環境釋放壓力。上述論述運用於夏季放牧，而冬季停止，可健全河岸環境區域，俾增加牲畜的食物來源，因而有助於保護生物多樣性。而贊成蓄養家畜活動擁護者的問題在於：(1) 河岸環境適度的蓄養活動，有助於維持生態系統之健全；



(2) 蓄養家畜對野生動物有好處；(3) 密集的蓄養活動與河岸環境生態系統，是可以共存的。然而，這些爭議是必須以科學態度，針對美西地區放牧牲畜活動，對河岸環境生態系統的衝擊作出更嚴謹之研究。目前美國進行中的研究，也針對放牧牲畜對生態水文、河岸植被及水質、河道穩定性、魚類棲地、河川生態及河岸環境野生動物族群的衝擊為主，進行更進一步的分析。

三、畜牧對河岸環境水文及植被的衝擊

家畜被認為是影響河岸環境水文循環、土質及植被群落的因素之一，主要的影響包含了植被的移除、植被的踐踏、土壤中生物相的破壞 (biological soil crusts) 及地表下土壤過於密實 (Blackburn *et al.*, 1982)。關於土壤密度、多孔性、植被生物量、植被覆蓋度在不同地景利用的差異度研究，已有40多年的歷史 (Larsen *et al.*, 1998)。因為蓄養家畜之影響，造成植被被大量移除，對河岸環境地區降雨量的密度與頻率造成影響。植被的移除，會造成地表反照率的增加，較低的蒸發散量與低區性的高溫現象，使得雲層之形成量減少 (Wainwright *et al.*, 1999)。因此，造成降雨量的降低，隨之而來的則是植被覆蓋度的減少。再者，植被移除使枯枝落葉量也減少，連帶使得細菌的族群量降低。細菌也被證實為雲層中雨滴形成過程扮演凝結核的角色，由於密集的蓄養家畜活動，同時造成植被覆蓋度的減少，降雨

量即會降低。

植被的踐踏會增加土壤的密實度(即土壤密度)，並且破壞土壤團聚體組成 (soil aggregates) 及穩定性。這樣的衝擊，使土壤變得密實，破壞現存土壤團聚體組成，使其變成一不透水表層。研究也指出，由於土壤遭到踐踏，使土壤結構破壞，造成的微量空間地形減少。在土壤表層，如果水分過低則變成塵土；反之，如果土壤富含水分，則可使土壤更加密實。植被踐踏所造成的破壞程度，依據土壤型式、土壤含水量、氣候情況與植被型式而論 (Trimble and Mendel, 1995)。在水文運輸的過程中，植被與踐踏動作的衝擊有許多方式：(1) 由於植被移除造成植被截留量的減少；(2) 植被移除使枯枝落葉量也減少，造成土壤有機物質的減少；(3) 牲畜的踐踏破壞土壤團聚體組成，造成滲透性降低。例如，Blackburn等學者 (1982) 也針對不同的地景形式，受草食動物的影響作出研究。他們認為放牧家畜，造成植被從中等高度的草變成較矮的草，甚至於最後成為區塊狀分散。由於失去水分的供應，使得原本由草本植物生長的河岸棲地，變成雜草叢生之處。一些高地物種的入侵，例如山艾樹 (sagebrush)、杜松 (juniper)、斑紋鱒魚 (speckled dace, *Rhinichthys osculus*) 就會出現。因此，棲地的品質與原生物種的多樣性會持續降低 (Armour *et al.*, 1994; Popolizia *et al.*, 1994; Wright and Chambers, 2002)。中等放牧區 (中牧區)、輕度放牧區 (輕牧區) 對草坪的衝擊較小，

然而上開衝擊也會影響土壤之滲透率。因此，踐踏動作的衝擊，依據放牧活動的密集度而定。如果管理者採用中牧區、輕牧區或是根本不放養家畜的策略，微棲地地形就能維持良好狀況。

四、畜牧對水質與河川生態的衝擊

密集的放牧活動會降低河川的穩定性，粗顆粒有機碎屑 (coarse particulate matter, CPOM) 的生物量，並且改變附着性 (epilithon) 與底棲性 (benthic) 無脊椎動物群落結構 (Scrimgeour and Kendall, 2003)。家畜的排遺又是另一項嚴重的問題，家畜的排遺之總氮量 (TN)、總磷量 (TP) 與氨氣 (ammonia) 含量，以氣體型式或是硝酸鹽類釋放至生態系統環境中 (Webb, 2001)。未經管理家畜排遺中的大腸桿菌 (coliform) 與腸球菌 (enterococci bacteria)，會汙染地表水與地下水 (George, 1996; Vidal *et al.*, 2000)。隨著密集的放牧活動而來的是致病性生物發生機率的提高。在美西地區，牛與豬是汙染水源的罪魁禍首 (Overcash *et al.*, 1983)。在2000年間，美國德州共有五百七十五萬頭牛，其排遺共八百四十萬公噸。德州所有的家畜飼育場個別場址僅有飼育一千頭牛之能力，而德州所有牧場牛隻總數已超過五百五十萬頭牛，使得每個飼育場平均都必須飼養超過一千六百頭

牛。越來越多的研究開始將焦點放在家畜排遺造成河岸環境水質降低方面。由於家畜排遺暴露於地表逕流中，另一值得關注焦點在於家畜排遺直接排入或是沖刷到河川中，所造成藻類與水生植物快速生長之議題。當優養化 (eutrophication) 發生之後，造成的藻華 (algae blooms) 連帶造成水質混濁 (Drolc and Koncan, 2002)。如果大量排遺排入河川中，這些養分會促進附生藻類與浮游植物大量生長，而遮蔽了其他水生植物 (Drag-osits *et al.*, 2002)。當死亡的水生植物被分解後，釋出大量養分，造成低溶氧量。Philips (1978) 認為上述優養化的傷害發生後，這種負回饋作用就會破壞水生生態系統。

五、畜牧對河岸環境野生動物的衝擊

河岸環境生態系統是最有生產力的野生動物棲身的棲地，河岸環境因邊緣效應生態原理，吸引物種至此環境棲息 (Forman, 1995)。美國大陸地區的河岸棲地比其他棲地更提供了許多野生動物賴以維生的棲息之處 (Johnson *et al.*, 1977)。美西地區大約有60%至70%西方鳥類，與80%野生動物以河岸環境賴以維生。鹿、白尾灰兔 (cottontail rabbits) 與豪豬，就是一些以河岸環境賴以維生的哺乳類動物。蛙類、蟾蜍與蟾蜍以河岸環境為繁衍後代、庇護所與食物來源



之處。許多蛇類，例如牛蛇 (bull snakes) 與束帶蛇 (garter snakes) 都以河岸環境，為獵捕食物來源處 (Chaney *et al.*, 1990; Ohmart, 1996)。

當河岸植被被移除後，造成以河岸環境賴以維生的野生動物數量減少；甚至有滅絕危機。科學研究中也說明此一情形，的確對某些鳥類族群有負面之影響。Henke與Stone (1978) 兩位學者發現當河岸植被被移除後，有72%的鳥類會因此消失。Saab等學者 (1995) 也認為美西地區蓄養家畜，的確造成68種以河岸環境為棲所的候鳥，降低了46%的量。

上述有關蓄養家畜所造成的負面影響，造成野生動物減少。密集的放牧活動的確也影響了鳥類的均勻度 (evenness)、鳥類物種的數量 (richness) 與某些鳥類的豐富度 (abundance)。池塘與河岸環境蓄養家畜的影響，影響了母鳥孵蛋與其食物來源，因此，可成功孵化的後代與棲地多樣性就減少許多。鄰近此河岸環境的鳥類棲地與鳥類的族群密度息息相關。當河岸的棲地植被被移除後，不僅是物種數受到影響，鄰近此河岸環境野生動物的生產力也大幅度受到影響。這樣的變化，使得原生物種多樣性與稀有野生動物物種的降低。原生物種的數量、族群大小與生產力的減少，代表此一生態系統健康情形的嚴重衰退。

六、結 論

河岸環境的生物多樣性，對土地所有人

與放畜飼主非常重要。由於河岸環境異質性高，代表其為健康的河岸環境區域，且具備防洪、增加水源、促進水質與水量的好處。如果河岸環境有密集的放牧活動，不僅其中生物多樣性降低，此處也不再是一處提供穩定食物來源之地，其所造成的長期負面影響，勢必持續發生。

美國西部地區生態系統中，主要畜牧業衝擊之爭議在於某些支持者認為家畜有益於植被、河川健康程度、野生動物群落與河域中的魚類 (Busby, 1979; Ryder, 1980; Savory, 1988; White, 1999)。然而，許多科學研究中，實證觀察或推論結果皆反駁此一說法。畜牧業對河岸環境野生動物群落、水質或水文功能都是無益的。因此，本文以畜牧業對河岸生態環境影響評估之主要五項衝擊分述如下：(1) 植被結構與其組成的改變；(2) 動物相結構與其組成的改變；(3) 土壤與河川特徵的改變；(4) 水質的影響；(5) 生態系統健康程度的衝擊。

上開的傷害可藉由放牧技術的改進來降低，例如以集中成群放牧或是以圍籬方式管理牲畜，使其遠離河岸區域，或減少畜牧數量，或增加離牧的時間。如果畜牧活動非常密集，家畜與健康的河岸系統猶如魚與熊掌，是不可兼得的。因此，審慎評估河岸環境的管理，加強生態水文和野生動物的監測，是最具效果之放牧管理與復育效益的基礎。🌱

參考文獻 (請逕洽作者)