

歐盟硝酸鹽指令及德國的肥料法與施用條例對臺灣的啟示

許玉雪* (台北大學統計學系 副教授) 編譯

摘要

硝酸鹽指令是歐盟肥料管理的重要指令，目的在於降低來自農業部門的硝酸鹽所造成的水資源污染。而德國的肥料法與肥料施用條例則是執行歐盟硝酸鹽指令的主要法規，用以確保肥料應用的最佳實踐，並減少來自農業的營養鹽過剩所造成的環境汙染，同時也履行歐盟硝酸鹽指令之要求。其主要內容包含(1)規範施肥時間、數量、施肥設備、施肥方式等；(2)對二次肥料和動物糞肥施用之特別規範；(3)對作物的養分需求作一致的管理，確定土壤中養分值，規定農場提供其土壤或植物的檢驗結果；(4)規範農場養分平衡表的適用對象與包含內容；(5)規範農場調查記錄及估計結果的保存年限及違反相關規定的罰則。為了檢視是否達到歐盟硝酸鹽指令的要求，並為了確保肥料應用的最佳實踐，德國肥料法與肥料施用條例每四年評估一次，並在必要時進行更新。

歐盟肥料管理措施有值得台灣借鏡之處，本文乃參考其執行方式，提出未來台灣肥料政策的改革方向如下：(1)逐年取消化肥的補助措施；(2)政府補助研發提高禽畜糞肥使用效率的施用設備及方式；(3)訂定禽畜糞肥施用管理辦法；(4)訂定肥料使用法。

關鍵詞：歐盟硝酸鹽指令、德國肥料法、德國肥料施用條例、禽畜糞肥。

*本文之完成感謝農委會經費贊助(計畫編號：103 農科-4.2.1-企-Q1(2))，並感謝 Mr. Wolfgang Wolf 與林穎禎先生的資料蒐集及德文翻譯。

壹、前言

國內傳統農作方式，常見使用畜禽糞肥改善土壤肥力，但傳統改善土壤肥力之耕作方式，若無相關的營養鹽之配套管理規範，將產生土污、空污及水污問題而有衝擊農業環境之虞。此外，國內現行農作方式化肥的使用雖有規範，但政府化肥補貼反而助長農民化肥使用，化肥過量使用現象已成農業環境維護的另一隱憂。

硝酸鹽指令(Nitrates Directive)是歐盟肥料管理的重要指令，目的在於減少來自農業部門的硝酸鹽所造成的水資源污染，也是執行畜牧糞肥管理的主要依據。在德國由肥料法(Fertilier Act, Düngegesetz)¹和肥料施用條例(Fertilizer Application Ordinance, DüV, Düngeverordnung)將歐盟硝酸鹽指令落實到國家法律，規範良好農業實踐的詳細和精確的法律要求。德國的肥料法與肥料施用條例是執行歐盟硝酸鹽指令的主要法規。而“良好農業實踐”的規則和原則，已納入農業法，如聯邦肥料法案和聯邦植物保護法案及作為土壤保護法案之環境法。

肥料施用條例(DüV)是德國用以確保肥料應用的最佳實踐，並減少來自農業的營養鹽過剩的主要政策工具。同樣地，也是德國履行歐盟硝酸鹽指令的要求之行動計劃的主要政策工具。此行動計劃必須每四年評估一次，並在必要時進行更新。儘管德國過去二十年裡在肥料管理有顯著進展，但根據評估德國農業部門在肥料管理上尚未成功地達成既定的環境目標。例如，距離“減少國家水準的氮剩餘，不得超過 80 公斤/公頃/年的目標”尚有一段距離。也因此，地表水和地下水的品質受害於當前的氮過剩，而且生物多樣性的目標也受到負面影響²。

德國肥料施用條例由聯邦政府-聯邦各州工作小組在 2012 年進行評估，其結論強調為了實現目標必須要有額外的措施。歐盟也明確強調需要改變。在此背景下，又鑑於執行進度遠遠落後未能實現各國和歐盟環保目標的實例，於是由農業政策科學諮詢委員會和化肥問題科學諮詢委員會(兩者都是在德國聯邦食品、農業和消費者保護(BMELV)之下)，和德國環境諮詢委員會，對此議題提出修正意見。

本文旨在探討歐盟硝酸鹽指令與德國的肥料法令條例的規範與執行，研析可供我國借鏡之作法，並提供相關政策建議。

貳、硝酸鹽指令及其執行成效

EU 1991 硝酸鹽指令(Nitrates Directive, 1991)旨在利用良好的農業實踐保護歐洲各地的水資源避免來自農業的硝酸鹽污染地下水和地表水。硝酸鹽指令形成水框架指令(Water Framework Directive)的組成部分，是保護水資源免於來自農業環境壓力的主要工具之一。硝酸鹽指令的執行包含：

¹本法案廢除 1977 年肥料法案，合併為 2012 年肥料法案。參見

http://faolex.fao.org/cgi-bin/faolex.exe?rec_id=068706&database=FAOLEX&search_type=link&table=result&lang=en&format_name=@ERALL。

²參見 BMELV(2013)。

一、確定水的污染，或受污染的風險，例如：

- (一)地表淡水，特別是那些用於或準備提取用於飲用水的地表水，含有或可能含有（如果不採取行動扭轉此一趨勢）硝酸鹽濃度超過 50 毫克/升(mg/l)。
- (二)地下水含有或可能含有(如果不採取行動扭轉此一趨勢)硝酸鹽濃度超過 50 毫克/升(mg/l)。
- (三)淡水水質、河口、沿岸海域和海洋水域、發現是富營養化或可能成為(如果不採取行動扭轉這一趨勢)富營養化(eutrophic)。

二、設定“弱勢硝酸鹽區”(NVZs)

- (一)被排入污水或有污染風險的水域的土地面積，導致硝酸鹽污染的區域。
- (二)會員國亦可對全國使用某一測度值取代設定 NVZs。

三、建立由農民在自願性的基礎上執行的良好農業操作規範。操作規範應包含：

- (一)施肥時期限制措施：限制氮肥可以在陸地上使用的時期限制措施，以期在作物需要氮並防止養分流失到水中為目標的應用程序。
- (二)施肥的條件限制措施：限制施肥條件(在陡峭的斜坡地上，冰凍或積雪覆蓋的地面，附近水道等處限制施肥)，以防止硝酸鹽損失和流失。
- (三)對畜禽糞便最低儲存容量的要求。
- (四)輪作、冬天土壤覆蓋、填間作物，以防止硝酸鹽損失和在雨季流失。

四、在 NVZs 制定由農民在強制的基礎上實施的行動方案。方案內容包含：

- (一)已列入良好農業操作規範的措施，這在 NVZs 成為強制性措施。
- (二)其他措施，如施肥限制(礦物和有機的)，考慮到作物的需求，所有的氮投入和土壤氮供給，畜禽糞便可使用的最大量相當於 170 公斤氮/公頃/年。

五、國家監測和報告：要求各會員國每四年必須就下列進行評估報告

- (一)地下水和地表水的硝酸鹽濃度。
- (二)地表水富營養化程度。
- (三)對水質和農業實踐行動計劃的影響評估。
- (四)NVZs 和行動計劃的修訂。
- (五)未來趨勢的水質預測。

歐盟硝酸鹽指令的目的在於減少來自農業部門的硝酸鹽所造成的水資源污染，並避免水資源受到進一步的污染。為了防止各種水資源受到污染，保證所有水質於一般水平，EU 要求各會員國必須建立最佳實踐規則，需要的話，各會員國要提供財政援助以確保遵守並達到他們的目的。此外，會員國也有義務查明脆弱的區域，並對此提出行動方案，或實施全國行動方案。

根據一項新的研究顯示歐盟的硝酸鹽指令已導致了歐洲氮污染顯著降低。該研究模擬有無執行該指令的結果顯示，它已導致 2008 年硝酸鹽排放減少 16%，若進一步嚴格執行，該執行結果將會更好(Europen Commission, 2014)。

參、德國現行肥料法與肥料施用條例

一、德國現行肥料法

德國現行肥料法令目的是：(1)保證有用植物的養分；(2)改良土壤的肥力；(3)避免或防止對人類、動物和自然的危害；(4)實施歐盟的指令。其內文共有 18 章包含：(1)目的；(2)術語的定義；(3)應用程序；(4)物質的運輸；(5)置於市場；(6)歐洲肥料；(7)標示、包裝；(8)容忍度；(9)抽樣程序、分析方法；(10)顧問委員會；(11)污泥賠償基金；(12)監控；(13)正式法令；(14)罰則；(15)特殊情況下之法律規定；(16)條例和法律的廢除；(17)過渡性條文；(18)生效、廢除。

二、德國現行肥料施用條例

德國透過延伸法案及 1996 年 2 月 6 日起生效的肥料條例實施減少肥料施用量的策略。該條例對於肥料施用具體規定“良好農業實踐”的原則，是德國第一次統一規定了肥料施用的做法(UN, 2014)。德國於 1996 年頒佈的施肥條例(Düngeverordnung)共有 9 條(胡雲才，2005)，根據 2003 年修訂內容說明於下(詳見 Sieder/Zeitler, WHG, and AbwAG, 2012)：

(一)適用範圍

本條例僅適用於肥料在農業的應用，包括園藝使用的區域。

(二)施肥原則

1.施肥時間和數量的應用是良好實踐的一部分。

(1)肥料養分要盡可能被植物利用；(2)從而盡最大程度管理避免肥料相關養分的損失而滲入水中。

氮肥主要以植物的生長期的需求導向來施放以供應植物養分的需求。如果秋播尚未完成，希望覆蓋作物做為土壤中可利用氮的使用是可以的。

2.在選擇施肥設備時，必須評估地形和土壤條件，應用可接受的土地施肥設備與技術，以確保適當的肥料使用量和肥料分佈，減低肥料產出流失的損失。

3.肥料施用直接進入地表水要符合最佳實踐環境要求，包括保持足夠的距離，或避免並確保不會漂浮或因沖刷而流到鄰近地表水域。要特別充分地考慮地形和土壤條件，主管機關可明文規定陳列符合前述(1)和(2)的原則。可就個案特別指定距離水域的最小距離。在洪水易發生區域只能於預期洪水期結束後施肥。

4.氮肥只用在土壤具有吸收力的地方及時間施用。淹水的地方、凍結或覆雪太厚的土地不准施肥。

(三)對於二次肥料(secondary raw material fertilizers)和動物糞肥施用之特別規範

1.動物糞肥和二次原料化肥的施用與一般肥料具有相容性，受到第 2 至 6 條例的限制。

2.當液體肥料、家禽糞肥或含氮液體二次原料肥料施用於地面時，要盡最大可能避免氨氣(ammonia)的揮發，尤其是就植被狀態和天氣(特別考慮溫度和太陽輻射狀

況)施肥。在沒有種作物的耕地上，施肥操作上應立即將液體肥料、畜禽糞便與液體二次原料肥料摻入土壤內。

- 3.農田主要作物收成後肥料施用只適用第 2 條第 1 款。如種植草類、草種子、綠肥、裡作、秋季播種時每公頃最多只能施用 40kg 銨態氮(ammonium-nitrogen)或總氮肥不超過 80kg。
- 4.根據第 2 條第 1 款每年的 11 月 15 日至次年的 1 月 15 日，原則上不允許施肥。主管機關可在符合肥料的特點、農場條件和農業用途許可的情況下豁免禁用令，或進一步延長禁用時間。
- 5.泥煤土壤增加養分流失的風險，肥料使用應參考第 2 條第 1 款計算所需的肥料用量。
- 6.對官方確認磷、鉀含量較高的土壤，動物糞肥施用量不能超過在當地環境條件下預期的作物產量和品質所需的肥料量，而且只有在不影響水資源時才允許施用動物糞肥。
- 7.動物性糞肥的施用量，牧草地每年每公頃的施用量不得超過 210 kg，作物耕地的施用量不得超過 170 kg，放牧牲畜所排放的營養成分也應考慮在內，但不排除施放時的損耗。

(四)確定土壤中肥料需求的管理原則

- 1.對施肥的統一管理要求，就相連並種有相同植物物種的田地、種有一樣的植物物種的混合牧草地，以總面積最大 5 英畝為一管理單位，考慮下列因素對其土地條件下作物的養分需求作一致的管理：
 - (1)植物在特定的位置和生長條件下之預期產量和品質所需的營養需求。
 - (2)以可取得的土壤及各植物種群生長結果為其土地條件，尤其是氣候，土壤類型和可成為有效養分的額外植物。
 - (3)石灰含量或土壤反應（pH 值）和土壤腐質含量。
 - (4)管理上除了肥料外在植物生長期間提供灌溉和可用養分亦列入考量。
 - (5)而這些營養價值含量的確定有的是根據檢測結果，如果沒有檢測必要的，則是根據相關研究，或根據要求由州法律推薦的農業諮詢機構或其推薦輔導機構檢驗結果來確定。
- 2.土壤中的養分值可透過下列操作來確定：
 - (1)氮肥的檢測以每塊地或每一管理單位為基準，從施肥日起至少每年 1 次。
 - a. 除了永久牧草地外，需取代表性的樣本檢測。
 - b. 根據要求由州法律推薦的農業諮詢機構或其推薦輔導機構檢驗。
 - (2)磷肥與鉀肥從具有代表性的土壤中取樣，1 公頃以上的田塊均需檢測，輪耕地至少每 6 年 1 次，粗放型永久牧草地至少每 9 年 1 次。
 - (3)鎂和硫從 1 公頃具有代表性土壤或植物樣品的檢驗或根據要求由州法律下的農業諮詢機構或其推薦輔導機構檢驗而得。
 - (4)土壤樣本也必須同時檢測石灰含量及 pH 值。

3. 肥料含量僅追蹤其養分含量。
4. 由每個農場提供其土壤或植物的檢驗結果，採樣和檢測應按照科學認可的方法進行。或根據國家法律主管農業諮詢機構或推薦輔導機構來執行，確定其養分含量。
5. 各農場應在施用糞肥前進行總氮、磷、鉀及銨態氮的含量分析。

(五)營養成分的比較(農場營養成分平衡表)

1. 農業用地區農場佔地超過 10 多公頃或種植蔬菜、啤酒花、葡萄、草莓、灌木或煙草超過 1 公頃者，每年要製作農場的氮平衡表，至少每三年要製作磷和鉀平衡表，並於最後一個財政年度結束後六個月內完成。
2. 但本條款不適用於下列農場條件：(1)全年平均每公頃畜牧場糞肥的總氮排放量不超過 80 kg；(2)其他氮肥全年平均每公頃不超過 40kg 者，或藤本和樹木苗圃及尚無收穫的果園。這些農場不需要做農場養分平衡表。
3. 農場養分平衡表至少要包含下列資訊：
 - (1)氮(kg N/ha)、磷(kg P₂O₅/ha)、鉀(kg K₂O /ha)的供給量，就下列來源分列其供給量：a.化肥；b.未加工的糞肥或飼料；c.肥料除外的其他添加物，例如土壤改良劑或回收處理過的廢棄物；d.農業豆科植物的固氮。
 - (2)根據基準期之所得計算作物氮、磷和鉀的消耗量，包括放牧或動物或植物產品的營養成分的輸送，也必須考慮庫存的變化。

(六)記錄保存要求

- (1)由機構(農場公司)記錄調查及估計結果，並根據前面農場營養成分平衡表進行比較分析。
- (2)記錄至少應保存九年。

(七)違反規定的罰則

違反下面 10 項之一者將受到處罰：

1. 違反§2 條第 3 款第 1 句，肥料直接進入地表水。
2. 違反§2 條第 4 款第 1 句，氮肥沒有適時及適地違反§3 條第 3 款施用。
3. 違反§3 條第 2 款第 3 句，在沒有種作物的耕地上，施肥操作上未立即將液體肥料、畜禽糞便與液體二次原料肥料摻入土壤內。
4. 違反§3 條第 3 款，氮肥施用超過上限。
5. 違反§3 條第 4 款第 1 句，糞肥、液體肥料、畜禽糞肥或液體二次原料肥施肥操作期限。
6. 違反§3 條第 6 款，動物糞肥施用原則。
7. 違反§4 條第 2 款第 1 句 1 號或 2 號或第 3 款，沒有按規定檢測土壤中養分。
8. 違反§4 條第 5 款，沒有事先分析糞肥排放的總氮，磷，鉀和銨態氮。
9. 違反§6 條第 1 款，未做養分平衡記錄。
10. 違反§6 條第 2 款(記錄至少保存九年)。

(八)過渡性條文。

(九)生效日期。

德國現行肥料施用條例的原則目的在肥料的使用係根據農場條件和作物的養分需求。該條例包括下列法規：管理有機肥料摻入規則、在冬季泥漿禁用期、來自糞肥氮使用量的限制、定期土壤測試和養分平衡的保持等。他們給農民合法的穩定性，同時旨在改善環境和水資源保護。在肥料使用條例除了規定了肥料施用（包含需肥料需求的計算，農田檢測試結果的使用）與施肥時間的管理原則、與水源的（最小）距離的管理規則外，它也包含來自糞肥氮的總量的數量限制。其使用的關鍵工具，是氮和磷的營養物質比較，其比較是基於農場水準的農田平衡。肥料施用條例的附件(Annexes of the Fertiliser Application Ordinance)要求提供的資訊包含：植物產品氮含量水平、來自不同的前作物從土壤中釋放的氮、不同有機肥料中的氮利用效率、施肥技術規則、以及牲畜排放的營養源的主要數字。

肥料只能根據“肥料施用條例”所定下的“良好農業實踐”規範施用。該規定是強制性的，部分是法定的，這意味著農民若不按某些規定執行將被處以罰款，遵從“肥料施用條例”也在交叉遵守的控制範圍之內。養殖戶若不遵守，將冒失去部分“直接支付”的風險”。“肥料施用條例”的基本精神之一是“動物的排泄物並不是廢棄物，而是寶貴的肥料”，這意味著將之丟棄以擺脫這些動物排泄物，而是根據農場現況及植物的營養需求提供植物高效率取得養分的來源。以德國北萊茵-威斯特法倫州農業廳之資料為例，動物排泄物之有機物含量如表1所示。因此盡可能將更多的礦物肥料(或化肥)由可取得的動物糞肥替代。有效地利用動物糞便作為肥料優質化生產，盡最大可能地減少對環境的影響、節約能源和減少溫室氣體的排放(詳見Schulz, 2011)。

表 1 有機肥的平均養分含量（截至 2014 年 1 月為標準）

		養分					
化肥	乾質含量 比例 %	總氮-N		P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO	CaO
			其中 NH4-N				
固體糞肥(含乾草)		內 容 kg/t					
牛 糞	23	5.6		2.9	9.6	1.7	
豬 糞	23	7.4		6.5	7.4	2.7	
馬 糞	32	4.9		3.2	9.8	1.9	
羊 糞	37	10.0		6.9	13.6	3.4	
山羊糞	30	8.0		6.0	20.0	1.0	
兔 糞	30	18.0		19.0	45.0	1.5	
鴨 糞	30	4.0		3.0	11.0	1.0	
鵝 糞	30	8.0		6.0	11.0	2.0	
火雞糞	50	19.1		18.1	16.4	6.2	19.7
雞 糞	30	18.1	7.6	12.5	10.4	4.0	18.4
	60	29.9	10.0	22.0	20.2	8.2	41.6

家禽糞便		內容 kg/t					
蛋雞新鮮糞便	28	17.0	6.3	11.4	10.0	5.7	30.0
蛋雞乾糞便	50	25.5	9.9	20.1	17.5	7.9	50.6
母雞乾糞便	70	32.0	10.7	27.7	22.8	20.6	63.0
液糞(含額外 附加水分)		內容 kg/m ³					
乳牛和黃 牛液糞	6	3.2	1.9	1.4	4.0	0.9	
	8	3.9	2.2	1.7	4.6	1.0	
	10	4.5	2.4	2.1	5.2	1.3	
公牛液糞	7	3.8	2.2	1.8	4.2	1.0	
	10	4.7	2.6	2.2	5.1	1.2	
小牛液糞	4	3.5	2.5	2.2	3.8	1.0	
肉豬液糞	3	4.3	3.5	1.7	3.4	0.8	
	5	5.5	4.2	2.8	3.9	1.2	
	7	6.5	4.7	3.9	4.5	1.8	
母豬液糞	2	2.8	2.2	1.2	2.1	0.6	
	4	3.9	3.0	2.3	2.5	1.0	
小豬液糞	5	4.5	3.2	2.4	3.1	1.1	
混合液糞	4	4.0	3.0	1.8	3.3	0.9	
	7	4.9	3.3	2.5	4.3	1.2	
母雞液糞	11	8.4	5.3	6.0	4.6	2.3	12.8
腐液、液糞(未含額外附加 水分)、油乳狀的排泄物		內容 kg/m ³					
牛腐液糞	1.8	1.5	1.1	0.3	4.0	0.3	
豬腐液糞	1.5	2.4	2.0	0.8	2.6	0.4	
混合腐液糞肥	2.5	2.5	1.8	0.9	4.0	0.5	
其他有機肥料		內容 kg/m ³					
馬鈴薯漿	4.5	4.1	0.1	1.2	4.8	0.8	2.0
青貯出水	4	1.5		1.0	5.0	0.0	
進階其他有機肥料		內容 kg/t					
綠色廢棄物 堆肥	61	7.1	0.2	3.1	6.1	4.6	25.3
綠色/生物堆肥	64	9.8	0.6	5.1	8.0	5.3	32.3
液體污泥	3.5	2.2	0.8	2.3	0.2	0.3	2.0
脫水污泥	25	12.0	2.5	20.0	0.8	2.4	15.6
含石灰添加劑污泥	35	8.4	0.9	14.8	0.8	2.9	89.5
燒蝕蘑菇栽培基質	32	6.9	0.2	4.1	10.1	2.4	16.7

資料來源：德國北萊茵-威斯特法倫州農業廳(Landwirtschaftskammer, Nordrhein-Westfalen)。

肆、德國肥料法案與肥料施用條例的執行成果與行動因素

一、行動因素

德國肥料施用條例(DüV)係根據使用肥料的最佳實踐原理，條列肥料、土壤改良劑、生長媒介、植物助長劑的使用，管理肥料應用在農業生產領域的最佳實踐規則，同時也降低從肥料的施用所帶來的風險，它也規範所有肥料的適當施用方式。因此，該條例有助於歐盟水框架指令（EU Water Framework Directive, Directive 2000/60 / EC）和歐盟海洋戰略框架指令（Directive 2008/56 / EC）的實施。除此之外，其目的也包含實現根據 1991 年歐盟硝酸鹽指令框架內的法律所訂的規則(Directive 91/676/EEC)。德國肥料施用條例是德國的行動計劃中執行這一指令的主要工具。

誠如前述，配合歐盟硝酸鹽指令，各會員國必須建立最佳實踐規則，各會員國也有義務查明脆弱的區域，並對此提出行動方案，或實施全國行動方案。德國的行動計劃涵蓋了全國所有的農業生產區域。在不超過四年的間隔，展開行動方案進行評估，並就需要進行更新，提交歐盟委員會對硝酸鹽指令的執行情況的報告。該報告列出所採取的措施，並從硝酸鹽測量網絡中獲得執行的結果。

德國在 2012 年評估肥料施用條例（有關 2010 年至 2013 年德國行動方案報告），並確定需要改變(Federal Government-Laender Working Group, 2012)。歐盟也呼籲需要改變，部分改變有的甚至於超出了國家評估結果。就在這種背景下，農業政策科學諮詢委員會和化肥問題科學諮詢委員會，和德國環境諮詢委員會，對於肥料應用條例提出修訂意見。

雖然意見集中在肥料應用條例，但同時需要研究從農業減少氮排放更廣泛的方法。由科學諮詢委員會提述的農業政策報告“減少農業氮排放”（1993 年）³以及報告“德國未來的畜牧業生產”（2005 年）⁴，並在 2009⁵年出版的化肥問題的聲明“通過提高氮在肥料的使用效率減少農業氮素盈餘”，且於 2011 年⁶“將磷視為可持續使用的有限資源，通過回收，並提高化肥使用磷的效率”。簡言之，即是要透過提高肥料中氮與磷的使用效率來降低農業氮與磷的排放。

在過去的二十年中，規定了無數的規範，目的是在減少農業營養源污染，儘管有各種努力，到目前為止，這些目標（例如，在聯邦政府的可持續發展戰略指出，歐盟水框架指令和國家排放上限指令）都沒有實現。

二、德國農業養分盈餘

（一）氮平衡

氮（N）是植物的主要營養源，對農業生產特別重要，並且是動物飼料的成分（蛋白質）。用肥料來代替來自收成的營養成分是高農業產量和維持土壤肥力的先決條件。然而，在中長期內，過量使用（特別地，如果土壤具有足夠的肥力）將對環境產生不

³參見 Scientific Advisory Board at the Federal Ministry of Food, Agriculture and Forestry (1993)

⁴參見 Scientific Advisory Board on Agricultural Policy, Sustainable Farming and Development of Rural Areas at the Federal Ministry of Consumer Protection, Food and Agriculture (2005).

⁵參見 Scientific Advisory Board on Fertiliser Issues (2009).

⁶參見 Scientific Advisory Board on Fertiliser Issues (2011).

利影響。同樣也適用於磷。德國農業氮平衡用以顯示氮之投入與輸出，其計算的流程如圖 1 所示。土壤的氮平衡可以被用作一個指標，以突顯區域氮污染的潛在風險。此外，追蹤這些氮平衡數年的變化，可用於評估“硝酸鹽指令”(Nitrates Directive)措施的有效性。

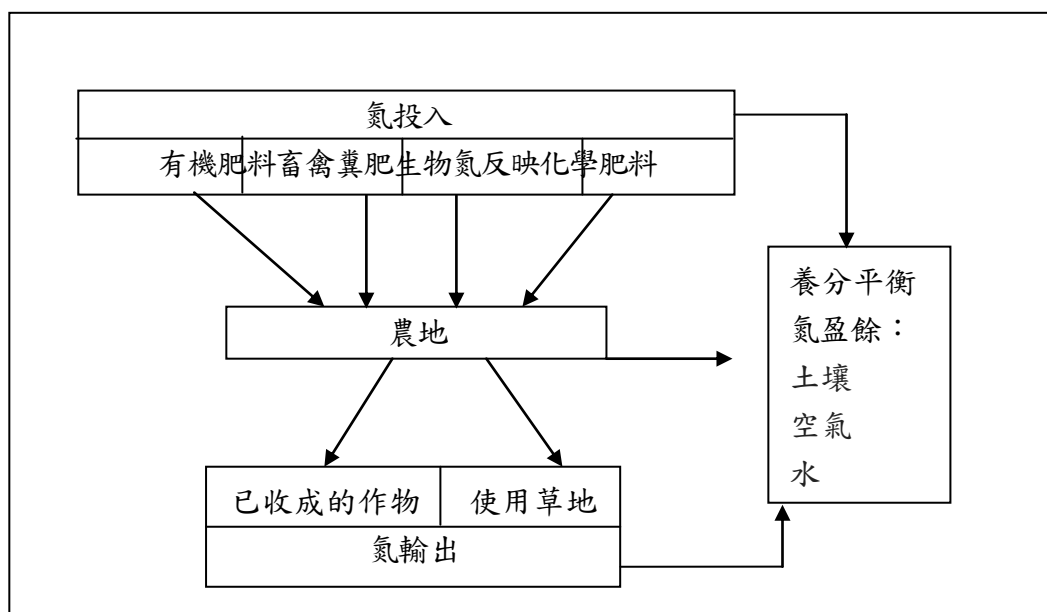
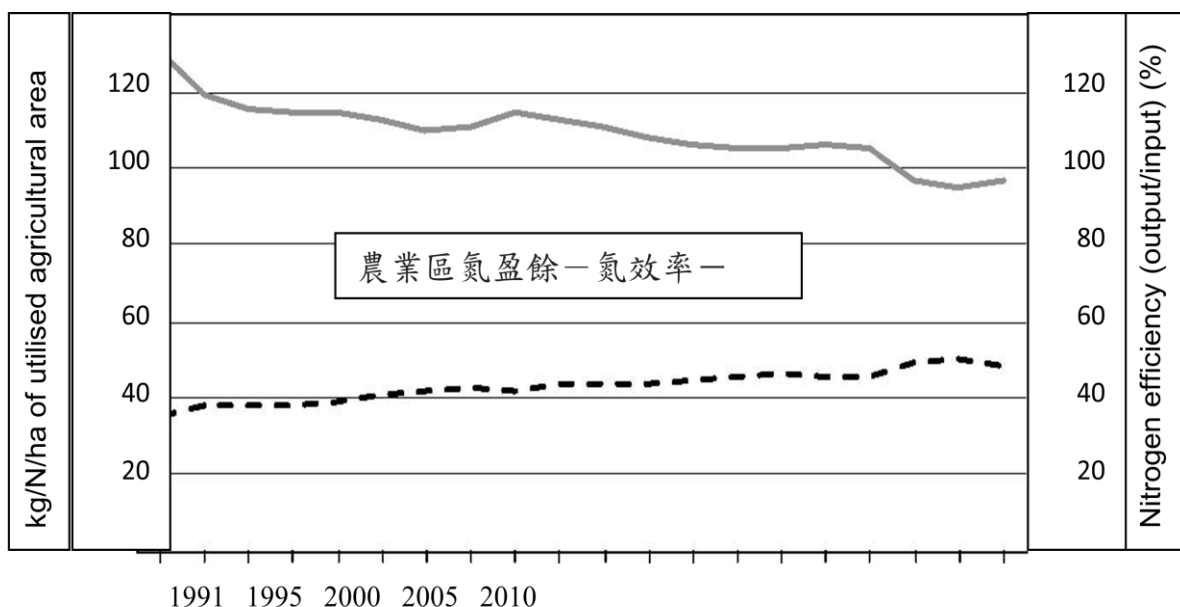


圖 1 德國農業氮平衡

根據 Eurostat(2010)報告指出，德國躋身歐盟內部西北歐六個農業生產區每公頃單位產量較高的國家，但也是六個氮盈餘較高的國家之一。1950 to 2000，德國氮和磷的營養鹽過剩情形與每單位土地的產量及土壤的肥力成正比，而在德國的許多地區，土壤的養分存儲已經達到其容量。同時，在過去的十年中，產量成長率一直在下降，特別是在穀物。因此，氮在當前國家平衡是正的 (Nieder et al., 2007)。

德國的可持續發展框架(Federal Government, 2002 and 2012)的框架內，聯邦政府要求 2010 年以前在德國全國養分平衡(農場平衡)的氮盈餘元素必須降到農業生產面積 80 kg N/ha (以為期三年的平均水準衡量)。進一步要求在 2020 年以前再降低，以三年平均來看確實有減少，已由 1990/91/92 年之 130 kgN/ha 降為 2009 年之 97 kg N/ha，但仍距離 2010 年的目標有一段距離(見圖 2)。



資料來源： BMELV(2013)

圖 2 農業區氮盈餘 (Kg/N/ha) 及氮效率 (產出/投入) (%)

在以時間和區域條件解釋該氮平衡時，應當特別強調那些非肥料使用效率改進的因素所導致的結果。例如，在 1990 初期新聯邦州營養過剩的減少是因為畜群規模減少所致(Nieder et al., 2007)，此外，以國家水準養分平衡的剩餘並沒有顯示有關營養源污染的區域分佈；反有拉平區域間之差異的效果。在德國西北部的畜牧業中心發現有維持穩定高且正之氮平衡的特別現象，與其動物在增加氮排泄有關(Germany's Environment Ministry and BMELV respectively, 2012)。一些研究顯示，在畜牧生產集約化和生物能源生產地區，及具有特殊作物種植地區(如蔬菜)，氮盈餘趨於停滯而不減，甚至有隨著時間而增加的現象(Heidecke et al., 2012； Taube and Schütte, 2013)。

農產品價格和化肥價格之間的比率也是造成氮肥高使用現象(Federal Government-Laender Working Group, 2012, p. 82)的因素之一。以此比率來看，由於化肥價格下跌，在目前法律框架的條件下可以預期德國氮肥使用量會增加。

(二)水的硝酸鹽污染

除了磷以外，高濃度的硝酸鹽是水質營養化的主要因素。到了相當程度，農業的氮盈餘將造成硝酸鹽污染，從而危及硝酸鹽指令和歐盟水框架指令(由 2015 年以前水質的良好化學和環境條件)及歐盟海洋戰略框架指令(2020 年以前良好的環境條件)規定的歐洲保護目標。德國硝酸鹽報告(Federal Ministries of the Environment and of Food, Agriculture and Consumer Protection respectively, 2012)劃分水質的污染強度為不同的類別。整體而言，河川與湖泊的評價從優秀到滿意的範圍，而沿海水質的評價則是差了很多。歐洲環境局的測量網絡得到的數值表示在硝酸鹽污染遍布德國。在硝酸鹽報告確定硝酸鹽含量高於 50 毫克/升的區域集群中，接近地表的地下水受硝酸鹽威脅之面積和地區不在少數。其中在 1995 年被選中的特殊污染測量點，硝酸鹽都具有顯著的高水平，並且與農業生產有關，幾乎每秒測得的硝酸鹽平均濃度都高於 50 毫克/升。

(三) 氨氣(Ammonia)排放量

除了水質受硝酸鹽的污染外，農業氮素損失的另一顯著路徑是氨氣(NH₃)的排放。在德國，有超過95%的氨氣排放量來自農業活動的結果。德國國家允許的氨氣排放量，是受 NEC(National Emission Ceilings)指令(2001/81/EC)的規範。在國家層面，自2010 年以來建立最高空氣中污染物的允許排放量，德國的最大值設定在 550kt/年，相當於每年用於農業面積約 30 kg/ha，2010 年(552kt)略有超標，2011 年(563kt)明顯超標(CEIP, 2013)。

在牲畜生產地區，在環境空氣中氨的濃度都較耕地地區高到 7 到 20 倍的範圍(Dämmgen and Sutton, 2001)。農業氨氣排放量的主要來源是家庭飼養動物的建築物、牲畜糞便儲存區、以及施用有機肥料的區域。後者特別是來自於施用泥漿(slurry)或沼氣設施的沼液/沼渣(digestate)未直接摻入土壤內或不採用 dragging hose process、trailing shoe process、或 slot injector(如圖 3 所示)直接施於土壤表面，而採用潑灑(splash-plate)或其它類似的應用程序施用糞肥所造成。



圖 3 Trailing hose, trailing shoe, slot injector 施肥方式

(四) 磷(Phosphorus)

除了氮，磷也是肥料的主要元素，磷資源有限，其獲取成本只有不斷的上升，且其與氮相似，對環境是有影響的。早期德國由於磷的成本低造成土壤中磷的累積，因此降低磷的使用並不至於有降低土壤肥力的風險。用磷酸鹽(P₂O₅)肥沃土壤，若超過最佳植物生長所需的適合量，將引起水質保護的問題。農業是水污染的主要來源之一，德國預期其在未來重金屬污染的副作用將擴大，必須正視並處理農場畜牧飼養和沼氣設施集中區域所產生正的磷酸鹽平衡問題。

伍、德國肥料使用條例的修正建議

德國聯邦政府-聯邦各州工作小組在 2012 年進行評估，工作小組評估現行肥料使用條例，擬議修訂選項，並分析這些修訂選項對植物養分供給的影響、環境的影響、及對個體農場與對地區的啟示，以及它們如何來監測(Federal Government- Laender Working Group, 2012)。評估的目的，是為滿足歐盟硝酸鹽指令的要求，並做為德國行動方案策略環境評估的基礎。

評估的結果突顯了兩點：(1)顯然需要改進，(2)幾乎所有相關領域的現行法規都有明顯的改進空間：包含肥料使用的規劃、由於某些地方和某些土壤條件的特定限制、施肥時期、存儲容量和有機肥料(包括糞便和從沼氣廠的沼液)最大的應用率、用於施肥並把它摻入土壤的技術、用於營養比較的方法和允許的剩餘、資料記錄的要求、農企業沒有任何農地和牲畜養殖場缺乏足夠的農業面積的問題、以及監督和制裁的機制等。

德國諮詢委員會認為未達硝酸鹽指令和水框架指令目標的失敗關鍵原因與營養比較的現行法規有關。在許多情況下，特別是在農場擁有高份額的草地和飼料(forage)生產時，營養比較由於沒有牧草單位產量數據，無法提供有意義的結果。另一個主要的原因是缺乏足夠的監督和懲罰機制。

這個由聯邦政府-聯邦各州工作小組提出並由這三個諮詢委員會(其中農業政策科學諮詢委員會和肥料問題科學諮詢委員會兩者都是在德國聯邦食品、農業和消費者保護(BMELV)下)，和德國環境諮詢委員會認可的建議如下：

(一)肥料法(Fertilizer Act, Düngegesetz)的修正

要建立直接施肥活動的最佳實踐，以盡最大可能避免對自然環境的不利影響的方式來配合植物和土壤的需求。此外，應建立法律基礎，允許記錄所有在農場平衡(farm-gatebalance)上經過農場之相關的營養流(包含來自沼氣廠和飼料的沼液與殘渣)。

(二)在中期農場平衡應成為強制性

短期內應改善目前應用營養比較(nutrient comparisons)的可靠性。聯邦政府-聯邦各州工作組的建議代表了與目前情況相比的實質性改進。(1)首先，對於在合理性檢查下的區域相關營養平衡(area-related nutrient balance)的建議；(2)其次，建議提高計算氮排放時所登記的最低數量；(3)進而建議降低“不可避免的”氮剩餘。然而，在中期，農場平衡(farm-gatebalance)必須成為強制性的要求，以便監測氮和磷管理的環境相容性。法律和技术管理的先決條件需要建立在追求這個目標的基礎上。

(三)有關有機肥料較好的管理措施

目的是防止養分流失。這包括：在耕地使用有機肥禁令期限的延長，提高畜禽糞便和發酵(digestates)的最小儲存容量，並強化於農田上施用肥料程序的技術要求（例如trail hose或soil injection取代splash plates）。這將不只降低氮損失，也將降低磷損失。因此，在不久的將來，磷肥的應用程序在那些富含磷的土壤，將有更強的限制以確保一個良好磷預算的平衡，而那些含有豐富磷的土壤的磷平衡在中期應是負的（從2020

年開始)。在均衡供給土壤的情況下，一定要在2020年前達到平衡磷預算的目標。

(四)遵守肥料施用條例(Fertiliser Application Ordinance)的較佳檢查

對違反條例要有更為嚴厲的制裁措施，更嚴格的執行管理肥料使用的規則。

為了迎接這些挑戰，德國必須充分利用各種選項，在共同農業政策(CAP)改革的背景下，將資源從第一支柱轉移到第二支柱。

陸、德國肥料法令條例對臺灣的啟示

臺灣於1999年制訂了肥料管理法(農糧署,2002;沈仁芳、梁林洲、趙學強,2012),並於2002年修訂。肥料管理法共7章:(1)總則;(2)登記;(3)製造、輸入和輸出;(4)販賣;(5)查驗與監督;(6)罰則;(7)附則,總共包括36個條款。根據肥料管理法,陸續公布實施肥料管理法施行細則、肥料登記證申請及核發辦法、肥料種類品目及規格等相關配套之子法規,以推動肥料管理法,建立完善之肥料登記制度,加強肥料製造、輸入時品質之源頭把關(曾淑敏,2000)。該法令主要規範肥料的登記、製造、販賣、及監督管理等,著重在肥料供給面的管理,而沒有使用端的規範。

就肥料使用面,台灣由於國內製肥原物料均仰賴進口,為避免國際原物料上漲,造成缺肥、搶肥現象,自2008年5月起調整農民使用之化學肥料價格,對肥料售價漲幅,農民只調漲15%,其餘85%漲幅由政府補貼。2014年尚有10種化學肥料持續辦理補貼中。截至2014年7月底,累計補貼肥料數量近524.5萬公噸,政府投入肥料漲幅價差補貼經費達224.9億元。以2010年為例,肥料補貼支出佔農業總支持措施支出的3.01%⁷。對農民而言,台灣在政府的補貼下,國內化學肥料價格比鄰進國家日本、中國大陸便宜,以尿素價格為例,國內售價約僅日本價格之4成,並與中國大陸價格相當。國際原物料上漲,而農民購肥價格維持穩定(詳見農委會,2014a;農糧署,2013)。此肥料補貼方案在103年8月修正核定「價差補貼化學肥料銷售作業資訊化獎勵措施」,農民至農會購買補貼肥料,需出示具身分證明資料以驗證農民身分進行肥料補貼並資訊化購肥紀錄(詳見農委會,2014b)。誠如前述,化肥成本低使用量就會高⁸,此外,不適當的化肥補貼造成農民過度使用化肥,其使用量將超出應有的需要量(Quartz India, 2014),化肥補貼傷害所有人包含農民、化肥廠商、納稅人及消費者(New Delhi, 2014)。

台灣在政府的補貼下,化肥價格低廉,造成農民化肥的使用率高、農民將不思考以有機肥取代化肥、造成化肥高度使用導致環境及水污染。以2013年為例,水稻田平均每公頃氮、磷、鉀的施用量分別為243公斤、50公斤及104公斤⁹,遠超過合理的一般水稻田的三要素推薦量每公頃氮素120公斤、磷酐50公斤、氧化鉀80公斤(劉財興,2010)。台灣農民常用的有機肥料的主要是作物殘渣、綠肥、自製堆肥及使用禽畜糞、油粕類及作物殘渣為原料之市售有機肥料,而以2003年為例,自給量較高者依序為綠肥、禽畜糞、堆肥、稻草(王鐘和,2006)。其中使用畜禽糞肥改善土壤肥力,是傳統

⁷農委會資料提供。

⁸農產品價格和化肥價格之間的比率也是造成氮肥高使用現象(Federal Government-Laender Working Group, 2012, p. 82)的因素之一。

⁹TWAPS 資料庫提供。

改善土壤肥力之耕作方式，若無相關的營養鹽之配套管理規範，將產生土污、空污及水污問題而有衝擊農業環境之虞。此外，前述政府化肥補貼助長農民化肥使用，化肥過量使用現象顯成農業環境維護的另一隱憂。

由於農場結構及氣候環境條件的不同，歐盟硝酸鹽指令及德國的肥料法與肥料施用條例不能完全套用於台灣，然而歐盟硝酸鹽指令利用良好的農業實踐保護各地的水資源避免來自農業的硝酸鹽污染地下水和地表水的目標，及德國的肥料法與肥料施用條例用以確保肥料應用的最佳實踐，並減少來自農業的營養鹽過剩所造成的環境汙染是台灣可以借鏡並追尋的目標。德國過去二十年裡在肥料管理有顯著進展，德國肥料法令條例應可作為台灣訂定肥料使用法之參考，但欲達環境友善永續農業的目標，台灣必須先逐年取消化肥的補助措施。由表 1 有機肥的平均養分含量顯示畜禽糞肥含有作物所需的有機肥，應適時適地施用於農作物耕地上，不應被當廢棄物隨處棄置造成資源的浪費。而德國對動物糞肥施用之特別規範亦可為台灣訂定畜禽糞肥使用管理辦法的依據，以提高畜禽糞肥施用於農田的使用效率，並減少畜禽糞肥不當使用所造成的土污、空污及水污問題。

柒、結論與建議

歐盟硝酸鹽指令(Nitrates Directive, 1991)旨在利用良好的農業實踐保護歐洲各地的水資源避免來自農業的硝酸鹽污染地下水和地表水。德國的肥料法案與肥料施用條例則是執行歐盟硝酸鹽指令的主要法規，也是德國用以確保肥料應用的最佳實踐，並減少來自農業的營養鹽過剩的主要政策工具。硝酸鹽指令的主要內容是(1)確定水的污染，或受污染的風險；(2)設定“弱勢硝酸鹽區”(NVZs)；(3)建立由農民在自願性基礎上執行的良好農業操作規範；(4)在NVZs制定由農民在強制的基礎上實施的行動方案；(5)每四年必須的國家監測和報告。而德國肥料法令條例一以因應歐盟硝酸鹽指令的要求，二則為確保肥料應用的最佳實踐，其主要內容包含(1)規範施肥時間、數量、施肥設備、施肥方式等；(2)對二次肥料和動物糞肥施用之特別規範，以不超過當地環境條件下預期的作物產量和品質所需的肥料量為施用原則，並且不影響水資源時才允許施用動物糞肥。牧草地每年每公頃的施用量不得超過 210 kg，作物耕地的施用量不得超過 170 kg；(3)對作物的養分需求作一致的管理，確定土壤中養分值，農場應在施用糞肥前進行總氮、磷、鉀及銨態氮的含量分析，規定每個農場提供其土壤或植物的檢驗結果，採樣和檢測應按科學認可的方法進行；(4)規範農場養分平衡表的適用對象與包含的內容(氮、磷、鉀的供給量與消耗量)；(5)規範農場調查記錄及估計結果的保存年限及違反相關規定的罰則。德國為了瞭解是否達到歐盟硝酸鹽指令的要求，並為了確保肥料應用的最佳實踐，其肥料法與肥料施用條例每四年評估一次，並在必要時進行更新。儘管德國過去二十年裡在肥料管理有顯著進展，但根據評估結果德國農業部門在肥料管理上尚未成功地達成既定的環境目標，評估結論強調為了實現目標必須要有額外的措施，並提出具體修正意見，未來德國肥料管理將更加嚴謹。

臺灣的肥料管理法著重在肥料供給面的管理，而沒有使用端的規範。台灣農民在政府化肥的補貼下，化肥價格穩定低廉，造成農民化肥的使用量高於應有的作物需求量。而農民也不用思考以有機肥取代化肥，化肥高度使用已成衝擊農業環境的隱憂。

此外，畜禽糞肥富含作物所需的有機肥，在臺灣卻被當廢棄物處理來規範，缺乏資源再利用的有效管理辦法，因此除了有浪費資源之虞亦有不當棄置或不當施用於農田造成環境汙染問題之隱憂。由於農場結構及氣候環境條件的不同，歐盟硝酸鹽指令及德國的肥料法與肥料施用條例不能完全套用於台灣，但可配合台灣的農場經營結構及氣候環境條件，調整修改其法規之內容，使之適用於台灣。本文參考歐盟硝酸鹽指令及德國肥料法令條例的執行方式，提出未來台灣肥料政策的改革方向如下：

- 一、逐年取消化肥的補助措施。
- 二、政府補助研發提高禽畜糞肥使用效率的施用設備及方式。
- 三、訂定禽畜糞肥施用管理辦法。
- 四、訂定肥料使用法。

捌、參考文獻

- BMELV(2013). Opinion- Amendment of the Fertiliser Application Ordinance (DüV) : Limiting Nutrient Surpluses Effectively, Scientific Advisory Boards for Agricultural Policy (WBA) and for Fertiliser Issues (WBD), the Federal Ministry of Food, Agriculture and Consumer Protection (BMELV).
- CEIP (2013). Centre on Emission Inventories and Projections : Co-operative programme for monitoring and evaluation of the long-range transmission of air pollutants in Europe. Status of reporting : 2013 submissions. [http : /www.ceip.t/status-of-reporting/2013-submissions/](http://www.ceip.t/status-of-reporting/2013-submissions/)
- Dämmgen, U. and Sutton, M. (2001). Die Umweltwirkungen von Ammoniak. KTBL-Schrift, 401 : 14-25.
- European Commission (2002). The Nitrates Directive, European Commission Environment, Report COM(2002)407.
- European Commission (2014). Measuring the impacts of the Nitrates Directive on nitrogen emissions, Since Environment Policy.
- Eurostat (2010). Nitrogen balance in agriculture. [http :](http://epp.eurostat.ec.europa.eu/statistics_explained/index.php/Nitrogen_balance_in_agriculture)
- Federal Government-Länder Working Group on the evaluation of the Fertiliser Application Ordinance (BLAG) (2012). Evaluierung der Düngeverordnung – Ergebnisse und Optionen zur Weiterentwicklung. Braunschweig.
- Federal Ministry of Food, Agriculture and Consumer Protection (2013). Statistical Monthly Report 04/2013. Bonn : Federal Ministry of Food, Agriculture and Consumer Protection. // Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (2013). Statistischer Monatsbericht 04/2013. Bonn : BMELV. Online : [http :](http://etracker.zadi.de/lnkcnt.php?et=W5E&url=http://berichte.bmelv-statistik.de/MBT-0040000-2013.pdf&lnkname=http)

//berichte.bmelv-statistik.de/MBT-0040000-2013.pdf(Access date / Zugriff 02.08.2013).

Federal Ministry of the Environment, Nature Conservation and Reactor Safety and the Federal Ministry of Food, Agriculture and Consumer Protection (2012) : Nitratbericht 2012, Gemeinsamer Bericht der Bundesministerien für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit sowie für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz. Bonn.

German Federal Government

(2012). Nationale Nachhaltigkeitsstrategie Fortschrittsbericht 2012. Berlin.

Heidecke, C., Wagner, A. and Kreins, P. (2012). Entwicklung eines Instruments für ein landesweites Nährstoffmanagement in Schleswig-Holstein. Arbeitsberichte aus der TIAgrarökonomie, 08/12, Braunschweig.

New Delhi (2014). Fertilizer subsidy hurts everyone-The Hindu. [http :
//www.thehindu.com/business/budget/fertilizer-subsidy-hurts-everyone/article6194700.ece](http://www.thehindu.com/business/budget/fertilizer-subsidy-hurts-everyone/article6194700.ece).

Nieder, R., Köster, W. and Kersebaum, K.-C. (2007). Beitrag der Landwirtschaft zu diffusen N-Einträgen. Wasserwirtschaft, 1-2 : 53-57.

Quartz India (2014). Half the subsidized urea used by Indian farmers is practically money down the drain. [http :
//qz.com/234815/half-the-subsidized-urea-used-by-indian-farmers-is-practically-money-down-the-drain/](http://qz.com/234815/half-the-subsidized-urea-used-by-indian-farmers-is-practically-money-down-the-drain/).

Schulz, Dietrich (2011). Good agricultural practice – fertilizer application in Germany in the scope of HELCOM recommendations. Federal Environment Agency, Germany.

Scientific Advisory Board at the Federal Ministry of Food, Agriculture and Forestry (1993). Reduzierung der Stickstoffemissionen der Landwirtschaft. Angewandte Wissenschaft, Heft 423, Münster-Hiltrup.

Scientific Advisory Board on Agricultural Policy, Sustainable Farming and Development of Rural Areas at the Federal Ministry of Consumer Protection, Food and Agriculture (2005). The future of livestock production in Germany.

Scientific Advisory Board on Fertiliser Issues (2009). Minderung der Stickstoffüberschüsse in der Landwirtschaft durch Verbesserung der Stickstoff-Effizienz der Düngung.

Scientific Advisory Board on Fertiliser Issues (2011). Nachhaltiger Umgang mit der begrenzten Ressource Phosphor durch Recycling und Erhöhung der Phosphoreffizienz der Düngung.

Sieder/Zeitler, WHG, and AbwAG (2012). Verordnung über die Grundsätze der guten fachlichen Praxis beim Düngen (Düngeverordnung) Verordnung über die Grundsätze der guten fachlichen Praxis beim Düngen (Düngeverordnung) 44. Ergänzungslieferung.

Taube, F. and Schütte, J. (2013). Sind die Milchviehbetriebe in Schleswig-Holstein auf die Novellierung der Düngeverordnung vorbereitet? Schriftenreihe der Agrar- und Ernährungswissenschaftlichen Fakultät der Universität Kiel, 120 : 95-108 (im Druck).

UN (2014). Natural Resource Aspects of Sustainable Development in Germany, Agenda 21, Sustainable Development. [http :](http://www.un.org/esa/agenda21/natlinfo/countr/germany/natur.htm)
[//www.un.org/esa/agenda21/natlinfo/countr/germany/natur.htm](http://www.un.org/esa/agenda21/natlinfo/countr/germany/natur.htm).

王鐘和(2006)。有機質肥料之合理化施用。豐年社半月刊，56(19)：50。

沈仁芳、梁林洲、趙學強(2012)。日本、韓國、臺灣地區肥料相關的立法及其對我國肥料管理的啟示。土壤(Soils)，44 (4)： 529-534。

胡雲才(2005)。德國施肥法的特點和對我國的啟示，磷肥與複肥 20(3)。取自 [http :](http://e-nw.shac.gov.cn/wmfw/hwzc/hwkj/t20050715_131895.htm)
[//e-nw.shac.gov.cn/wmfw/hwzc/hwkj/t20050715_131895.htm](http://e-nw.shac.gov.cn/wmfw/hwzc/hwkj/t20050715_131895.htm)。

曾淑敏(2000)。農政與農情，第100期。

黃伯恩(2013)。從德國施肥法則談推動合理化施肥措施。統計與出版品，農委會。取自 [http : //www.coa.gov.tw/view.php?catid=2610](http://www.coa.gov.tw/view.php?catid=2610)。

農委會(2014a)。補貼肥料價差。取自 [http : //www.coa.gov.tw/view.php?catid=23568](http://www.coa.gov.tw/view.php?catid=23568)。

農委會(2014b)。價差補貼化學肥料銷售作業資訊化獎勵措施。取自 [ttp :](http://www.tfa.org.tw/mboarddetail.asp?mid=248)
[//www.tfa.org.tw/mboarddetail.asp?mid=248](http://www.tfa.org.tw/mboarddetail.asp?mid=248)。

農糧署(2002)。肥料管理法。農糧署全球資訊網，取自 [http :](http://www.afa.gov.tw/friendlyprint.asp?tableName=laws&CatID=58)
[//www.afa.gov.tw/friendlyprint.asp?tableName=laws&CatID=58](http://www.afa.gov.tw/friendlyprint.asp?tableName=laws&CatID=58)。

農糧署(2013)。政府持續補貼化學肥料，減輕農民負擔。農糧署全球資訊網，取自 [http :](http://www.ey.gov.tw/News_Content.aspx?n=D7350F42DBAB35D7&sms=D50166BA3B48BD2A&s=D4A8E35F59430C26)
[//www.ey.gov.tw/News_Content.aspx?n=D7350F42DBAB35D7&sms=D50166BA3B48BD2A&s=D4A8E35F59430C26](http://www.ey.gov.tw/News_Content.aspx?n=D7350F42DBAB35D7&sms=D50166BA3B48BD2A&s=D4A8E35F59430C26)。

劉財興(2010)。合理化施肥基本概念介紹。臺肥季刊，50(4)：9-12，取自 [http :](http://www.taifer.com.tw/search/050004/09.htm)
[//www.taifer.com.tw/search/050004/09.htm](http://www.taifer.com.tw/search/050004/09.htm)。