有機水稻紙膜插秧抑草與節水栽培技術介紹



文／圖 ■　楊智哲

前言

有機栽培具有維護生態環境及降低化學農藥使用等優點，但雜草管理一直是限制有機水稻發展的重要關鍵。由於有機農業禁止使用化學除草劑，傳統上多仰賴大量人力進行人工除草，或長時間維持高水位的湛水管理來抑制雜草。然而，隨著臺灣農村勞動力高齡化、雇工不易，人工除草成本高居不下；加上極端氣候頻傳，枯水期供水壓力劇增，傳統湛水模式面臨嚴峻考驗。

為因應此雙重困境，臺南區農業改良場引進水稻紙膜插秧技術，並成功建立適合臺灣氣候的國產紙膜栽培模式。本技術兼具省工、有效抑草與節約灌溉用水的多重效益，能協助農友以更經濟、友善環境的新模式跨入有機栽培門檻。



圖一、紙膜插秧作業情形

紙膜插秧技術簡介

日本在1990年代中期，為了解決友善農法請不到人拔草的困境，三菱農機與鳥取大學農學部展開產學合作，並於1997年首度推出了世界第一台再生紙膜插秧機。這項插秧技術，克服了再生紙容易漂浮隨水漂流與機械插秧撕裂紙膜的難題，透過專利的滾筒浮板設計，讓紙膜能完美緊貼於泥土表面，抑草效果達到99.9%。歷經近三十年的技術更迭，從早期的五行、六行演進到現代LKE60AD等高效能機種，紙膜插秧機已成為日本生產有機米的利器。

紙膜插秧機將「插秧」與「鋪紙」作業合而為一，利用專用插秧機在田面鋪設環保再生紙膜，並同步將秧苗穿透紙膜插入土中。紙膜在田間主要透過兩個方式來抑制雜草：第一是物理遮蔽，遮蔽陽光以防止需光性雜草種子萌芽和阻礙雜草生長；第二是低氧抑制，利用濕潤紙膜緊貼土表來阻隔氣體交換，使需氧性雜草因缺氧而窒息。紙膜分解速度主要受溫度與浸水時間影響，其中溫度是影響分解速度的主要因子，溫度越高、浸水時間越長則分解越快，在田間的分解時間一期作約40～50天，二期作則約30～35天。



圖二、國產紙膜



圖三、紙膜管理與湛水管理抑草方式

目前市售機型一次可插6行，車體可掛載3捲紙膜。紙膜寬度固定為190公分，長度則因廠牌而異，單捲長度約介於90～150公尺之間，通常紙膜越薄、長度越長，每分地紙膜用量約需4捲。目前國內已有正隆股份有限公司和中華紙漿股份有限公司兩家廠商取得有機驗證，皆屬原色紙膜(卡其色) (圖二)。

田間栽培管理要點

臺灣雙期作水稻的氣候條件與日本單期作不同。尤其在二期作生育前期，高溫常使雜草生長快速，進而提高防治難度。此外，現有國產紙膜的遮光率及遇水韌性皆低於日本紙膜，因此須配合適當的操作管理，才能發揮最大的抑草效果。

紙膜插秧的田間管理關鍵在於整地與水分管理。在插秧前，農友田區整地必須力求平整，因為若高低落差過大，會導致水分分布不均，高處會因長時間接觸空氣而容易滋生雜草。由於目前國產紙膜成分為再生紙原紙漿，無添加防螺成分，部分螺類會啃食紙膜，影響抑草效果，於整地完成後隔天，可先施用苦茶粕進行螺類防治。

整地後2～3天即可進行插秧，插秧前務必儘量將田水排乾，讓大部分土面露出，土面呈現微濕潤狀態，有助於紙膜緊密貼附於土表，避免因水位過高導致紙膜浮起，進而影響插秧作業的效率。

插秧機操作則需要注意起步慢速與適度重疊，插秧機起步時必須保持慢速前進，確認紙膜已經穩固貼附、不會被機具



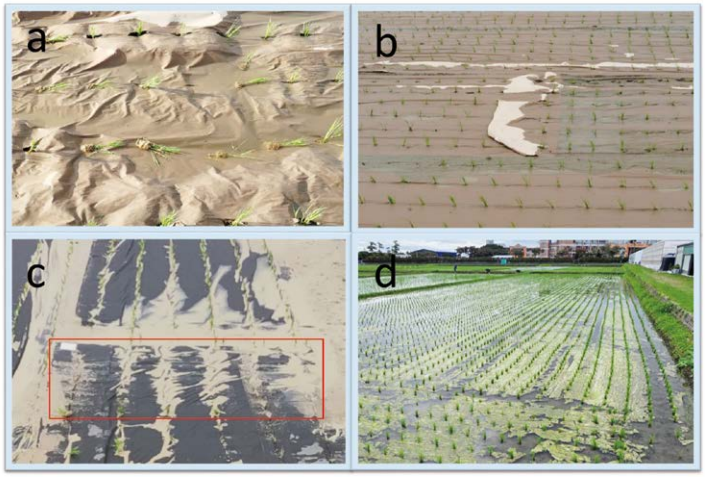
圖四、紙膜插秧栽培管理要點

拖動後，才能逐步提升作業速度。若起步過快，紙膜容易被拖動，導致前幾排秧苗被紙膜覆蓋而形成缺株。此外，鋪設時必須特別注意相鄰兩行紙膜必須適度重疊，若中間出現空隙，雜草就會從沒有覆蓋到的土面長出。

剛插秧完成時，部分紙膜(尤其是剛換新紙膜的起步處)容易在土面翹起，若遇大風極易整面被吹起。因此，插秧後應迅速灌水使紙膜吸水沉降，隨後再適度將田放乾，讓紙膜牢固貼緊土面，如此一來後續進水時紙膜便不易再浮起。後續的水分管理則採取乾溼交替灌溉，每次灌水深約3～5公分，待土面自然無水、部分紙膜開始乾燥變色時再補水，這不僅能節水，還能延緩紙膜分解速度，延長抑草效果。但若一期作前期遇到低溫，仍可適度湛水保溫以促進水稻生長。



圖五、紙膜補水時間



圖六、紙膜插秧田間常見狀況：a.秧苗裸露於紙面未插入土中 b.換新紙膜的起步處紙膜翹起 c.換新紙膜起步速度過快秧苗被紙膜覆蓋 d.紙膜浮於水面容易破裂

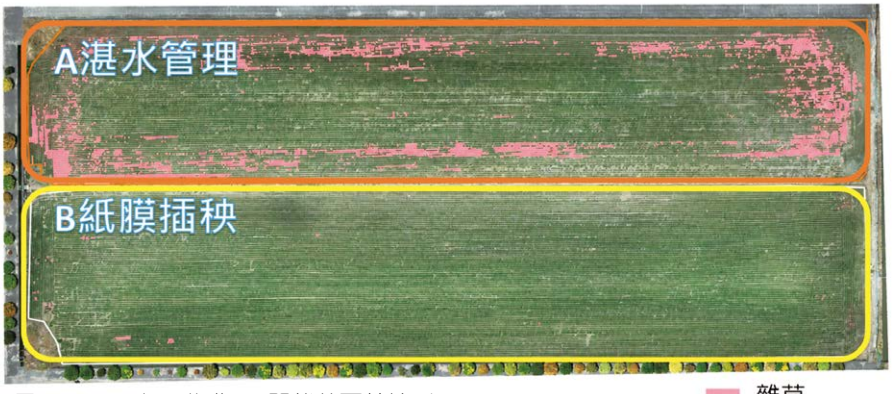
肥培管理

紙膜插秧田區因覆蓋紙膜，固態追肥難以直接滲入土壤，加上有機肥料釋放速度較慢，因此肥培管理應採取「重基肥、輕追肥」的原則，以提升肥料利用效率。

以施用「5-2-2」有機肥為例，每公頃建議總施肥量約2,000～2,500公斤。其中75%的肥料作為基肥施用；剩餘25%則作追肥，於穗肥時施用。由於有機肥釋放速度較緩慢，追肥時間需比慣行栽培適度提早，建議於幼穗形成前5～8天施用，此時田間的大部分紙膜也已分解，有助於肥料滲入土壤與吸收。

試驗成效分析

本場於2024～2025年連續4個期作，以全臺栽培面積最廣的「臺南11號」進行



圖七、2024年二期作-田間雜草覆蓋情形

試驗，比較有機水稻栽培採用「紙膜插秧搭配乾溼灌溉」與「傳統湛水管理」之差異，結果如下：

雜草覆蓋率之影響

紙膜主要透過遮蔽陽光與隔絕空氣等物理阻隔機制，阻礙需光性與需氧性雜草種子的萌芽與生長。在生育前期氣溫較低、雜草生長較慢的一期作中，兩種管理模式皆能有效控制雜草，雜草覆蓋率皆低於1%；然而，在面對高溫多雨、雜草好發的二期作環境時，傳統湛水管理的雜草覆蓋率高達7.6～9.4%，而紙膜插秧田區能有效將雜草覆蓋率控制在1.2%以下，抑草效果極為顯著。

灌溉用水量之影響

水稻紙膜插秧技術搭配乾溼交替灌溉，在田間展現顯著的節水效益，兩年四個期作的結果顯示平均每公頃可有效減少1,491立方公尺的灌溉水，整體節水率介於13～21%之間。其中，二期作因為生育前期 (8至9月) 為雨季，此時正值整地與曬田後的復灌期，部分灌溉需求可由降雨補充，使得二期作無論是紙膜或傳統湛水處理，其總灌溉用水需求均明顯低於一期作。

水稻產量之影響

試驗顯示水稻產量主要受到年度與期作的氣候變動影響。在一期作，若生育前期遭遇顯著低溫逆境，採用乾溼灌溉的紙膜田區容易使水稻在生育初期面臨低溫逆境。2025年一期作插秧後50天之平均氣溫

表一、紙膜插秧對水稻灌溉用水量、雜草覆蓋率和產量之影響

年分	期作	處理	灌溉水量 (m^3/ha)	雜草覆蓋率(%)	產量 (kg/ha)
2024	I	湛水	11,024	1.0	6,715
		紙膜	9,186	0.4	6,489
	II	湛水	5,786	9.4	4,627
		紙膜	4,562	0.3	5,465
2025	I	湛水	11,281	0.3	7,026
		紙膜	9,322	0.2	5,120
	II	湛水	7,301	7.6	3,145
		紙膜	6,357	1.2	4,523

表二、紙膜插秧成本分析 (元/公頃)

有機栽培模式	秧苗	插秧工資	紙膜	除草工資	總成本
紙膜插秧(國產)	14,400	12,000	52,000	無	78,400
有機栽培人工除草2～3次	14,400	6,000	無	40,000～60,000	60,400～80,400

較2024年減少2.7℃，此時湛水處理因長時間維持田間水位而具備較佳的保溫效果，有利於水稻生育前期的營養生長。相較之下，紙膜插秧田區因搭配乾溼灌溉管理，使水稻在生育初期面臨低溫逆境，導致分蘗受阻，進而產生減產風險；反之，在雜草好發的二期作，雜草與水稻相互競爭養分、水分及光照資源，造成減產現象。而紙膜插秧處理能有效抑制雜草，較傳統湛水管理能顯著增產18.1～30.5%，展現出優異的穩產與增產潛力。

病蟲害危害評估

多期作試驗顯示，紙膜插秧技術並不會加劇螟蟲與稻熱病等主要病蟲害之危害，在多數生育環境下皆能維持良好田間生態。在螟蟲防治上，紙膜田與傳統湛水田之枯心率均無顯著差異。值得注意的是，在特定期作下，紙膜插秧反而能降低稻熱病的發生。2025年一期作，傳統湛水田區初期分蘗數較多，每叢33.0支，田區密度高、通風不良，稻熱病罹病率達44～77%；而紙膜搭配乾溼灌溉田區分蘗數較少，每叢26.5支，田間通風較好，使稻熱病罹病率顯著降至22～46%，栽培穩定性高，農友不需擔心覆蓋紙膜會加劇病蟲害負擔。

成本效益分析

雖然國產紙膜插秧在初期需投入較高的紙膜資材與插秧工資，使得每公頃總生產成本達到78,400元，高於兩次人工除草費用，但已略低於傳統有機栽培三次人工除草的費用。現今臺灣農村高齡化、工資逐年上漲及面臨「有錢也雇不到工」的缺工困境，該技術能有效省去後續人工除草的繁重負擔，插秧後的管理較輕鬆，展現長遠的轉型優勢。

結語

國產紙膜插秧技術將傳統有機水稻栽培最棘手的「雜草、水資源、勞動力」三大關鍵限制，成功整合於一次性的機械化作業中，有效降低了慣行農友跨入有機生產的門檻。試驗證實，只要掌握「田間栽培管理要點」採取因期作制宜策略，本技術不僅能兼顧生態平衡，更能最大化有機水稻之生產效益。目前臺南區農業改良場已與斗南鎮農會合作，導入紙膜插秧技術，協助慣行農友轉作有機生產，並與豐泰基金會合作，推廣應用於學校營養午餐有機米供應，成功落實永續農業與ESG在地實踐。