

自動土壤取樣及檢試車取土系統之研究¹

龍國維²、田雲生²、謝禮丞³、游正豪³、張旭志²

摘 要

田間採土作業使用人力，相當耗時與費工；近年來使用NIR檢測土壤內之各項成分，已證實可比傳統方法節省許多時間。因此本研究係為嘗試研製結合機動車輛底盤、NIR快速檢測法及自動取土系統，以發展一機動且快速土壤取樣與檢試系統，做為取代傳統採土作業。完成研製之車臺為高架式底盤，四輪驅動且四輪轉向，取土系統透過PLC控制為自動化一貫動作採土。為降低近紅外光系統受振動影響，試驗中證實加裝阻尼確可降低NIR系統光纖量測光譜之誤差。採土系統之夾土機構，在取樣田之表土與底土平均含水率分別為21.5%與22.8%情況下，夾土機構夾取表土與底土成功率分別為50%與100%，而採土機構採土效率為人力以鐵鎚敲擊採土管方式之5.6倍以上。整體研製完成與測量結果，本自動土壤取樣及檢試車與其取土系統均已達初步設計要求，可達成高效率取土樣。

關鍵字：自動化採土機構、減振、近紅外光、採土效率。

前 言

土壤成分分析是獲得土壤資料最直接的方法，可藉由化學分析，讓農民更瞭解自己土壤的特性，並採取必要的措施來改善土壤，以提高作物品質與產量⁽⁵⁾。在做土壤成分分析前，需要先到現場採取土壤樣本，再攜回實驗室分析，目前大部分的農民都是以人工的方式挖掘土壤，裝袋密封後送交至各區域農業改良場或是農試所進行分析化驗。由於要以自然陰乾的方式來做乾燥處理，故最快也要一個月以上的時間才可得到化驗結果⁽²⁾，有時甚至因化驗件數太多，需依先後順序排隊等候近一年才有結果。有鑑於此，近年來便發展出利用近紅外光(NIR)系統對土壤成分進行快速檢測的方法，其利用與事前收集完成之資料庫比對，可在數秒內檢測出土壤含水率、有機碳、總氮量等之極近似值^(3,13)，大幅縮短了分析時間，並開始嘗試運用在各種農作物糖度及土壤之快速線上即時檢測^(4,6)。

土壤採樣密度是影響田間土壤檢測資料精準度之重要因素⁽¹¹⁾，如何以最經濟與最迅速的採樣方式獲得最具代表性的土壤樣本，即成為土壤調查者首先要研究的課題。一般田間採土作業多半是用人工配合各式工具直接下田採樣(如圖一)，人力操作固然可因應不同的作業環

¹ 行政院農業委員會臺中區農業改良場研究報告第 0656 號。

² 行政院農業委員會臺中區農業改良場副研究員、助理研究員、研究助理。

³ 國立中興大學生機系副教授、碩士研究生。

境和工作需求給予適當的改變，但人力無法負擔長期的工作、勞力成本日益提高及耗費時間等問題，都是人工在田間土壤採樣之困難因素。



圖一、常用之各式採土工具。

Fig. 1. Soil sampling tools.

爲了能夠將採土管壓入土壤中，通常有三種方法：螺旋、打擊和壓入。**Manor**以螺旋方式將中空管壓入土中⁽¹⁷⁾，這種取土方式的缺點爲螺旋向下時會對土壤產生嚴重破壞。**Chandler and Savage**將採土管裝在曳引機上⁽¹²⁾，爲避免遇到土壤阻力過大時，將機臺頂起造成危險，採土時要先在採土管周圍打樁，再利用曳引機上的油壓動力將採土管壓入土壤中，較爲費時，且不易成功。**Jamison**與**Hendrickx**等都以打擊方式採取土樣，利用振動打擊方式做垂直往復運動，將採土管壓入土壤，採土過程順暢^(14,16)。

利用土壤採樣車則可自由行走田間，節省人力成本及工作時間，並使土壤樣本在較小的破壞情況下取得。日本道立中央農試農業機械部(1974)發表履帶自動機械採土機如圖二所示，此機器適用於水田，採土深度60 cm，除了換管動作需用人力，在採土過程當中，車子引擎轉速快時油壓出力較穩定，對土壤破壞較小，土壤碎土率較低，採收量是傳統的1.5倍，採收速度也較人力採收快。農業試驗所也曾將進口之油壓採土設備安裝於農用搬運車上(如圖三)，並至全國各地進行土壤採樣工作。前者履帶式車輛之底盤較重，對於田間土壤表面之破壞較大，而後者由於油壓缸輸出力量較大，在採樣前必須先打樁固定，以免車臺被舉升起來，且農用搬運車在田間的靈活性較爲不理想。若以高架式四輪轉向機構做爲底盤，取代農用搬運車，不但可兼顧輕量化與靈活性，對於高莖作物田區亦可適用。



圖二、履帶式自動採土機。

Fig. 2. The track type of soil sampling system.



圖三、農試所設計組裝之土壤採樣車。

Fig. 3. The soil sampling vehicle assembled by Agricultural Research Institute.

對於土壤檢測車之採土機構研究，開始著重於採土動作上之機構設計與如何取得土壤樣本。而採土管幾何外觀及在取土過程中受土壤阻力時，當阻力過大，是否造成採土管結構損壞，亦是討論之重點。此外，近幾年微處理機功能日益強大，將近紅外光系統架設於車臺上，對土壤樣本進行立即的化學元素、含水率、微生物含量等成份分析，更提高了分析結果之時效性。土壤檢測車之採土機構配合近紅外光系統，則能達成即時採取土樣與檢測土壤成分。但車體引擎與發電機振動將會影響近紅外光反射光譜值，如何降低振動頻率與振幅大小，以減輕振動時所影響近紅外光系統吸收光譜值，這些都是本研究嘗試探討並解決的問題。

材料與方法

本研究的目標是以可做快速檢測之NIR設備，配合靈活且操作輕鬆之田間採土車，發展出一具有機動性且準確度高的田間自動採土分析系統，可就地快速服務農民，加速分析工作之效率與及時性，並且降低作業人員之辛勞。因此，在發展的方法、過程及使用材料上，首先必須考慮到車體底盤是否適合，能否容納下相關的設備儀器等，其次則是試組裝採土機構，然後測試其採土性能。另外，需評估NIR儀器裝於車體上是否會受引擎與車體振動的影響，以及使用防震材料改善後，是否能達到效果。這些均逐一於本報告中論述與討論。至於NIR測試土壤樣本之試驗與設計乃另一層次問題，不列入本報告中討論。

一、採土車底盤與架構設計組裝

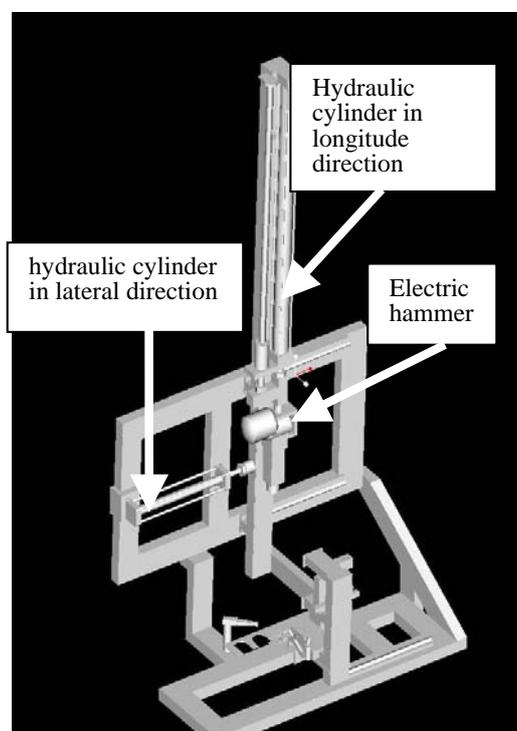
使用材料為一般製作農機車體之輪胎、引擎、傳動組件如齒輪箱、皮帶及方形鐵或C形鐵等各類鋼材。為防止田間打滑，故採四輪傳動；為方便靈活移動，而採四輪轉向。距地高空間應足夠，以免車體於田間移動時會卡到障礙物，並應有足夠平臺空間容納NIR儀器與Notebook電腦等。車速則應有多段變速，以便於道路上可較快速移動，而可於田區中以慢速移動。另為考量需要遮陽避雨功能，以期減少儀器設備不必要之損壞。底盤及平臺結構等組裝並試車證實達成要求後，調查其各項性能規格資料並列表。

二、自動取土系統設計研製與測試

本研究將在採土管上加裝電動錘，透過撞擊方式，將採土管壓入取土，透過夾土機構將土管內的土條夾出，放置於樣本杯中，即完成取土動作。

採土系統包含有取土機構、採土管、夾土機構、操作面板與控制箱等，各項設計描述如下：

- 1.取土機構設計：如圖四所示，本機構是由控制取樣點之橫向油壓缸與伸入土中之縱向油壓缸組成，為讓取土過程順暢，在縱向油壓缸下方裝設電動錘作為輔助。在油壓泵浦啟動時，油壓缸下壓將採土管壓入土中。若土中有堅硬之物體，油壓泵浦仍繼續出力至最大，將造成採土機構之損壞，為改善此缺點，可在油壓迴路中加裝洩壓閥。洩壓閥可調整油壓泵浦出力大小⁽¹⁰⁾，減少採土管受力，使其不致造成結構破壞。當油壓出力到一定極限時，洩壓閥將使油壓出力釋放，油壓缸復歸。



圖四、採土機構示意圖。

Fig. 4. Illustration of the soil sampling mechanism.

2. 採土管設計：採土管外觀設計分成二段，其目的是採土管頭部損壞時，只需更換頭部，不需整支採土管更換，可節省製造成本，方便於現場作業。葛^(8,15)在2001年時指出，採土管頭部外觀如設計為圓錐狀，有助於採土管壓入土壤時，深度越深土壤越緊密，越容易將土樣取出，且採土管拔離土壤表面時，土壤較不易掉出，使採土管內土條壓縮密實。
3. 夾土機構設計：由夾持裝置、彈簧、夾片所組成，係利用油壓缸縮放產生夾取之動作。
4. 操作面板及控制箱：此採土機構控制，使用三菱FX-2可程式控制器(Programmable Logic Controller, PLC)做控制，先規劃整體控制電路圖，再配置PLC輸入與輸出接點，根據土壤採樣流程，編寫出控制程式，以達成土壤採樣之動作流程。

三、模擬近紅外光光譜量測受振動影響之試驗

近紅外光光譜量測，主要目的為量測採土機構所採土樣之元素含量，可取代化學實驗分析，並進行即時分析。本試驗將探討土壤檢測車上之近紅外光系統作光譜分析時，受到車體引擎與發電機所產生之振動，在檢測盒下方有無加裝阻尼之情形下，探討減少量測光譜誤差效果如何，試驗中所使用之阻尼為厚度6 cm之壓縮泡棉。

本試驗主要模擬近紅外光光譜量測時，於下列兩種情況下，其與在靜止情形時，所做近紅外光系統反射光譜值之誤差。

情況一：檢測盒無阻尼(檢測盒固定光纖探頭，依動平衡校正儀量測採土車上之發電機運轉或與引擎同時運轉時之振動信號)。

情況二：檢測盒有阻尼(檢測盒固定光纖探頭，依動平衡校正儀量測採土車上之發電機運轉或與引擎同時運轉時之振動信號)。

經由動平衡校正儀量測車體振動，然後使用激振器模擬車體振動情形一(僅有發電機振動)與情形二(發電機與引擎一起振動)，並將近紅外光系統之檢測盒放置激振器上方量測光譜值，振動影響量測誤差之算式與結果則如下式：

$$\text{振動影響量測誤差} = \frac{\text{振動情況量測光譜值} - \text{靜止情況量測光譜值}}{\text{靜止情況量測光譜值}}$$

四、夾土成功率試驗

夾土成功分析試驗主要目的，是為測試土壤取樣檢試車在田間做採土時，夾土機構把土樣本從土管內夾出至土樣本杯內之成功率。而夾土成功率定義為夾持土樣本能超過5 g以上即成功(土壤含氮量化學分析實驗需5 g)。此分析結果可了解夾土機構之採土壤樣本數量之效率。夾土成功率試驗步驟如下：

- 1.採土車在田間以隨機取樣方式取土樣，取表土與底土樣本各10個。
- 2.針對表土與底土樣本，做土壤含水率試驗，試驗方法以中國國家標準(CNS)之實驗室土壤含水量之測定法，量測土壤濕基含水率⁽¹⁾。
- 3.採土車在田間以隨機取樣方式取土樣20次，測試夾土機構在該含水率從取土管夾出並放置樣本杯內之成功次數。

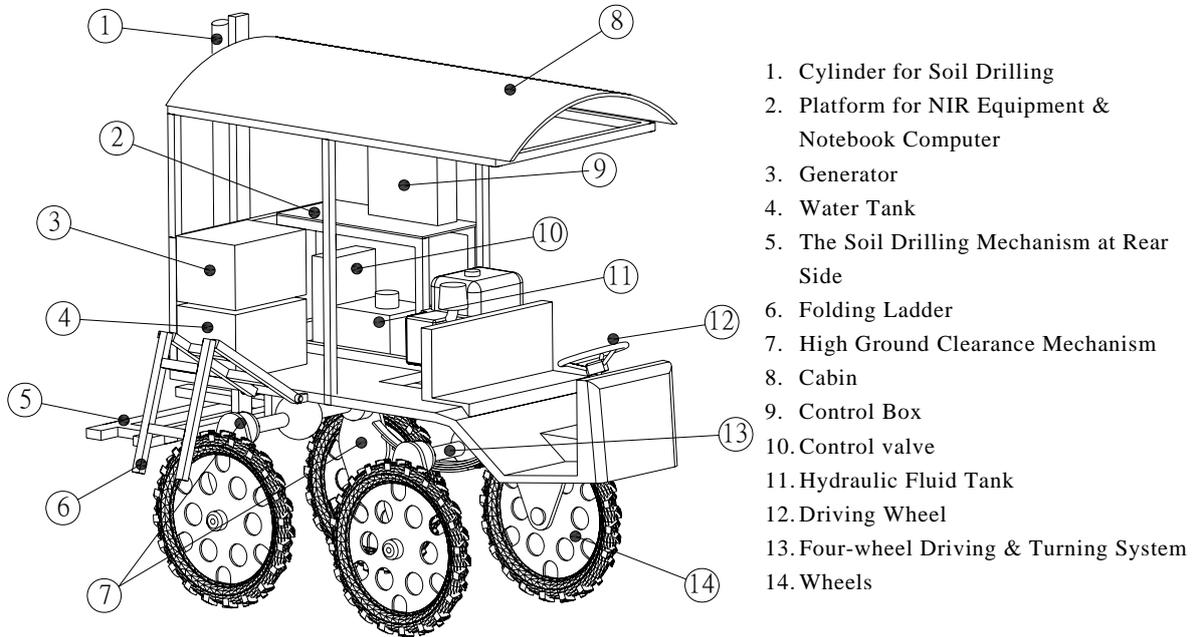
五、採土效率試驗

本試驗分別記錄人工採土與土壤取樣檢試車採土所需時間。人工採土方式是使用鐵鎚敲打採土管，將土管壓入土內；而採土機構則以油壓方式帶動電動錘與採土管，採土管遇土壤阻力時，電動錘以垂直反覆撞擊方式，將土管壓入土內，油壓缸復歸即完成採土作業並記錄採土時間。

結果與討論

一、底盤與架構

如圖五與六所示，完成自動土壤取樣及檢試車之設計規劃與製作。利用柴油引擎為動力，四輪傳動，並配合前進6檔、後退2檔之手排變速箱與四輪轉向系統，可靈活行駛於田間(試驗車各項性能如表一所列)。自動採土系統係以PLC做為控制機制，配合油壓系統，完成所需動作。車臺上並設有發電機，可提供NIR系統所需電力。



圖五、自動土壤取樣檢試車之外觀與架構圖。

Fig. 5. The schematic diagram of the automatic soil sampling and analyzing vehicle.



圖六、自動土壤取樣檢試車實體圖。

Fig. 6. The prototype of the soil sampling and analyzing vehicle.

表一、自動土壤取樣檢試車測試性能規格

Table 1. Specification of the automatic soil sampling and analyzing vehicle

Items	Specification
Dimension	3,100 (L)*1,500 (W)*3,100 (H) mm
Power	16 hp/2,400 rpm diesel engine
Transmission	6 forward and 2 backward speeds
Wheel driving	4 wheels driving
Ground clearance	1,000 mm
Tread & wheel base	1,160 mm & 1,200 mm
Turning radius	4,300 mm
Tyres	6.00-21-8PR
Operation speed	2.6~17.1 km/hr
Weight	1,595 kg
Platform	1,000 (L)*1,300 (W)*1,800 (H) mm

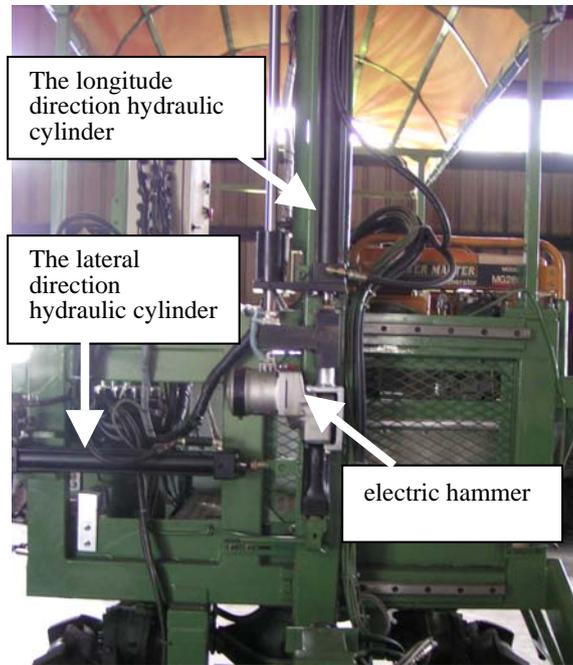
完成研製之土壤取樣檢試車實體經測試後，其操作上十分靈巧，駕馭方便，距地高度約達1 m，應可避開多數田間的作物或畦壟障礙，車身平臺上有充裕的空間可容納儀器設備與操作員。車速有6段前進與2段後退變速，且範圍寬廣，足可供田間慢速與道路上較快速度移動之用，證實達到要求。不過因重心較高，駕駛上務需小心重心控制，以免傾倒危險。

二、採土系統雛形機介紹

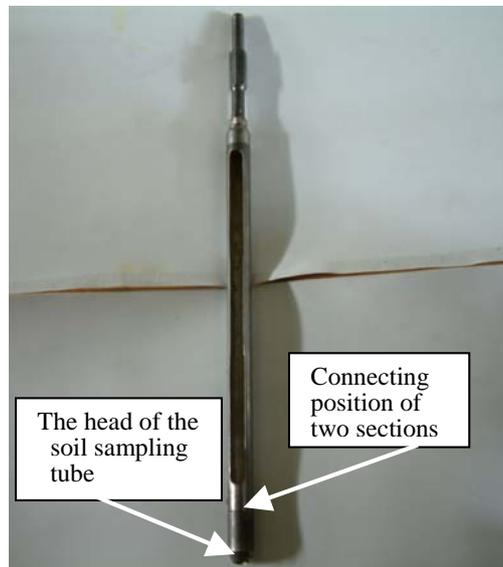
依據敘述之設計方法，製作一部採土機構雛形機，安裝於土壤取樣檢試車後方，並針對採土系統各部機構依序介紹。

- 1.取土機構：如圖七所示，本機構為橫向油壓缸、縱向油壓與電動錘組成，橫向行程為400 mm，縱向行程為1,100 mm，電動錘每分鐘撞擊2,000次。
- 2.採土管：採土管外觀分成二段，如圖八所示，分別為碳鋼(S45C)和無縫鋼管(STKM-13C)，當採土管頭部損壞時，只需更換頭部，不需整支土管更換。
- 3.夾土機構：如圖九，是由夾持裝置、彈簧、夾片所組成，其乃利用油壓缸縮放產生夾取之動作。
- 4.操作面板及控制箱：如圖十，利用三菱FX-2可程式控制器(PLC)做控制，並依所需功能裝設軟硬體，並以白鐵箱作為保護，避免操作中碰撞或受潮。

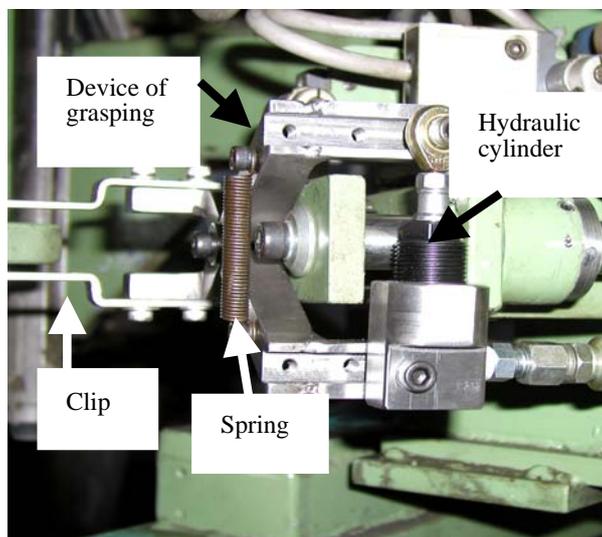
完成研製之自動取土系統經實際使用測試後，其各部機構由PLC控制順序動作，先將採土管打入土壤中，到達設定深度後拔出，並由夾土機構接手自採土管取出至少5 g之土壤樣本。全部動作一氣呵成，已達成原設計要求，可對採土及夾土成功率做進一步之測試試驗。



圖七、採土機構實體圖。
Fig. 7. The soil sampling system.



圖八、採土管實體圖。
Fig. 8. The soil sampling tube.



圖九、夾土機構實體圖。

Fig. 9. The mechanism of soil clipping.



圖十、控制箱與內部組件。

Fig. 10. A control box and the internal sections.

三、模擬NIR量測受振動影響試驗

本試驗是使用動平衡校正儀，利用可量測振動訊號之特性，來量測車體之振動訊號。量測振動訊號結果，目的為激振器模擬土壤取樣檢試車振動之依據。車體振動量測分為兩種情況，分別為有阻尼與無阻尼情況，量測結果如表二與表三所示。

表二、無阻尼情況下車體振動訊號

Table 2. Vibration results of the chassis without damping

	Frequency (Hz)	Amplitude (um)
Vibration of generator	50	0.015
Vibration of generator and engine idle	50	0.018

表三、有阻尼情況下車體振動訊號

Table 3. Vibration results of the chassis with damping

	Frequency (Hz)	Amplitude (um)
Vibration of generator	50	0.011
Vibration of generator and engine idle	50	0.013

由表二與表三結果比較得知，本車在「發電機與引擎怠速狀態」下同時運轉時所產生振幅大於只有發電機振動之情形。在土壤取樣檢試車裝置檢測盒位置上裝設阻尼(壓縮泡棉)，可緩衝車體上之振幅，避免檢測盒搖晃過大。

由量測光譜值誤差表四與表五比較結果，得知在無裝置阻尼時，檢測盒受振動之振幅較大，而所量測光譜值誤差較大，相對的加裝阻尼後，檢測盒受振動之振幅較小，所量測光譜值誤差較小。此結果得知當車體振動時，做光譜檢測時，檢測盒下方有裝置阻尼比無阻尼情況下檢測光譜值信賴度較高。

表四、無阻尼情況量測光譜值誤差

Table 4. Mean error of the spectrum without damping

	Amplitude (0.015 um) Frequency (50 Hz)	Amplitude (0.018um) Frequency (50 Hz)
Mean error of the spectrum (%)	1.65	3.19

表五、有阻尼情況量測光譜值

Table 5. Mean error of the spectrum with damping

	Amplitude (0.012 um) Frequency (50 Hz)	Amplitude (0.014 um) Frequency (50 Hz)
Mean error of the spectrum (%)	1.382	1.55

四、夾土成功率試驗之結果

試驗夾片將土夾出並放置土樣杯內之成功率的目的，是檢測將土樣本夾出至土樣杯內之效能。

1. 取樣田區之土壤含水率

做夾土成功率之前，必須做取樣田區的土壤含水率測定。土壤含水率分析主要目的是表示取土地區之含水率變異性，如田區土壤含水率變異性太大，將無法在此田區做夾土成

功率試驗，因為每次夾土成功率試驗，應儘量在含水率相同情況下進行。而依據土壤檢測車之採土機構所採土壤樣本分為表土與底土，相對的也是量測表土與底土含水率。其量測結果得知，表土之含水率為21.50%，底土之含水率為22.77%，此結果表示取樣田區含水率變異性不大。

2. 夾土成功率

由試驗中得知，夾片從土管內將土夾出並放置土樣杯內之成功率，夾表土成功率為50%，而夾底土則為100%，夾表土成功率較低。就以試驗結果探討影響夾土成功率原因，與土壤含水率與土壤壓縮緊密有關。因為當土管壓入土中，越壓越深時，土條壓縮越緊密，夾片越容易將土條夾出，底土壓縮較表土緊密，相對夾土成功率較高。

五、採土效率分析

土壤取樣檢試車其車上之自動化採土機構目的為提高採土效率，以減少人力成本。經由田間實際操作，以人工採取一個土樣所需時間約240 sec，使用採土車則只需43 sec。由此結果得知，土壤取樣檢試車採土工作效率約為人力的5.6倍，此算法不包含在田間行走所需時間。當採土面積範圍較大時，因本車在田間移動速度較快，其採土效率更遠優於人力。

結論與建議

- 一、研製完成一適合於田間行駛之土壤取樣及檢試車，利用高架式底盤與四輪傳動、四輪轉向系統，可避開多數田間障礙物並靈活行駛於田間，亦預留有充分的空間與電力來安裝隨車之NIR設備。
- 二、本研究之自動取土系統，使用油壓缸帶動電動錘與取土管下壓至土壤表面，遇土壤阻力時，利用電動錘振動破壞土壤結構，使取土管可以壓入土內，順利將土壤取出；並配合夾土機構，從取土管內將土夾出至土樣杯內，完成取土動作。設計採土動作可分別於表土區與底土區各取一個土樣本。整體之取土系統機構與動作已達初步要求，可順利快速採得土樣；未來則有待做耐久試驗。
- 三、本研究另一重點，模擬測試近紅外光系統之檢測盒下方，有無裝置阻尼(壓縮泡棉)，受車體振動所量測光譜值是否會有誤差。經試驗結果證明，加裝阻尼可降低振幅與減少量測光譜誤差。至於更佳效果之阻尼材質或機構，則有待進一步做更多試驗與研究尋找之。
- 四、於取樣田區以隨機取樣方式取表土與底土樣本各10個，量測土樣之含水率並比較之，可得其表土平均含水率為21.5%，底土平均含水率為22.8%，結果證明田區含水率變異性不大。針對採土系統之夾土機構在本含水率下，做夾土成功率測試，其夾表土成功率為50%，底土為100%，故夾底土成功率較高。此點是否因土壤質地或取土之密實度而異，則有待更進一步探討。
- 五、比較土壤取樣檢試車與人力採土效率，經由試驗記錄量測，採土車採土效率為人力5.6倍，其計算時間不包含田間行走時間。當採土田區範圍很大時，或採土點數、密度增加時，因採土車在田間移動速度較人快，其採土效率將更遠優於人力。

- 六、本研究採土機構之採土管，在採土點變換過程中，必須將前次採土之土管內剩餘土樣清除，相當麻煩且耗時，如能在採土車上設置一個可清除土管內之土樣裝置，必可提升採土作業效率。
- 七、土壤取樣檢試車功能為即時採土與分析，當土樣放置於土樣杯時，目前設計必須使用人力將土樣放置於檢測盒內，再行分析土壤，如能在車體設計自動輸送土樣機構，將土樣輸送於檢測盒內，則可達到採土與分析一貫自動化。

謝 誌

本機械及系統之研製完成與順利測試，首先要感謝臺中縣烏日鄉林湧湖先生鼎力幫忙及全程參與各階段工作，方使研究得按預定進度執行。農業試驗所農化組向為民博士提供相關採土樣設備與知識，以及採土機械供為參考照相等，幫助極大，十分感謝。另引裕精機股份有限公司協助廠房安置與鄰近試驗田區洽詢等，使製作組裝及田間測試能按部就班而順利達成，在此亦併致謝忱。

參考文獻

1. CNS 1980 實驗室土壤含水量測定法 總號5091、類號A3090 臺北：經濟部中央標準局。
2. 臺中區農業改良場網頁 <http://www.tdais.gov.tw>。
3. 高宏麟 2003 簡易型近紅外光分光光度計之整合及在土壤總氮檢測之研究 碩士論文 臺中：中興大學生物產業機電工程學系。
4. 張瑞明 2002 應用近紅外線光譜技術偵測土壤中氮有效性之研究 碩士論文 臺中：國立中興大學土壤環境科學系。
5. 莊浚釗 2005 土壤肥力診斷技術 合理化施肥專刊 p.63-74。
6. 陳世銘、張文宏、謝廣文 1998 果汁糖度檢測模式之研究 農業機械學刊 7(3):41-60。
7. 黃祖德 1997 機械元件設計 初版 p.10-11 臺北：大揚。
8. 葛致中 2001 驗證動力夯垂及效益之研究 碩士論文 中壢：中原大學土木研究所。
9. 詹聚法、葉仲基 2000 把手振動量測系統之建立及其在農用動力式手工具之應用 農業機械學刊 9(3):23-36。
10. 蘇金盛 1980 機械自動化技術 初版 p.51 臺北：建宏。
11. Borjesson, T., B. Stenberg and A. Jonsson. 2000. Near infrared spectroscopy for prediction of N-mineralisation in arable soils. In: A. M. C. Davies and R. Giangiaco. (eds.). "Near Infrared Spectroscopy: Proceedings of the 9th International conference". p.569-570. NIR publications, Chichester, UK.
12. Chandler, J. M. and K. E. Savage. 1979. A Versatile and Economical Tractor-Mounted Soil Sampler. Agronomy Journal. Vol. 71:373-374.

13. Ehsani, M. R., S. K. Upadhyaya, D. Slaughter, S. shafii and M. Pelletier. 1999. A NIR technique for rapid determination of soil mineral nitrogen. *Precision Agriculture*. 1: 217-234.
14. Hendrickx, J. M. H., C. J. Ritsema, O. H. Boersma, L. W. Dekker, W. Hamminga and J. W. H. van der Kolk. 1991. Motor-Driven Portable Soil Core Sampler for Volumetric Sampling. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 55(6):1792-1795.
15. Hilton, R. R., K. Von Bargin, R. D. Grisso and T. P. Riordan. 1991. Tines for Mechanically Lifting Plugs of Buffalograss Turf. *Transactions of the ASAE*. 34(4):1642-1646 °
16. Jamison, V. C., H. A. Weaver and I. F. Reed. 1950. A Hammer-Driven Soil-Core Sampler. *Soil Sci.* 69:487-496.
17. Manor, G., E. W. Tollner, R. L. Clark and D. E. Radcliffe. 1991. Large Soil Core Sampler. *Applied Engineering in Agriculture*. 7(4):381-386.

Development of the Automatic Soil Sampling and Analyzing Vehicle¹

Gwo-Wei Long², Yun-Sheng Tien², Li-Cheng Hsieh³, Zheng-Hao You³ and Hsu-Chih Chang²

ABSTRACT

Using the human power to sample soil in the field takes time and tremendous effort. It has been proved in recent years that NIR technology may save time to assay soil than to use the traditional way by human labor. The objectives of this study were to develop a mobile and expeditious soil sampling and analyzing system that applies NIR system to an automatic soil sampling vehicle with a mobile chassis. The accomplished vehicle had a high chassis, four-wheel drive, and four-wheel turning. Meanwhile, it uses the PLC to make the automatic soil-gathering possible. The purpose of setting the diminish vibration mechanism is to reduce the vibration on the NIR system to ensure the accuracy of the measuring spectrum value. Under vibration condition to test the NIR system, constrained optical instruments had less error than non-constrain type. For the test of soil grabbing mechanism, the moisture contents for surface and bottom layer soil in the sampling field were 21.5% and 22.77%, and the successful rate were 50% and 100%, respectively. The efficiency of the soil digging mechanism was 5.6 times higher than labor work. The result of the entire research and test showed that the automatic soil sampling system, the test vehicle, and its soil-collecting system had accomplished the primary requirement of design and also achieved high-efficient soil sampling.

Key words: automatic soil sampling mechanism, diminish vibration, NIR, efficiency of the soil digging.

¹Contribution No. 0656 from Taichung DARES, COA.

²Associate Researcher, Assistant Researcher and Research Assistant of Taichung DARES, COA.

³Associate Professor and Graduate Student of Bio-Industrial Mechatronics Engineering, National Chung Hsing University.