

臺灣省林業試驗所

特種研究報告

第七號

SPECIAL BULLETIN

of

TAIWAN FORESTRY RESEARCH INSTITUTE

No. 7



臺灣省連軸型竹類造林及更新法 之理論與實施

鄭宗元

Studies on the Theory and Practice of the Planting
and Regenerating Method of Sympodial
Type Bamboos of Taiwan

Jsung-yuan Chèng

中華民國五十七年二月

臺灣省林業試驗所印行

臺灣臺北

Published by

TAIWAN FORESTRY RESEARCH INSTITUTE

Taipei, Taiwan, China

February 1968

臺灣省林業試驗所

特種研究報告

第七號

SPECIAL BULLETIN

of

TAIWAN FORESTRY RESEARCH INSTITUTE

No. 7

臺灣省連軸型竹類造林及更新法 之理論與實施

鄭宗元

Studies on the Theory and Practice of the Planting
and Regenerating Method of Sympodial
Type Bamboos of Taiwan

Jsung-yuan Cheng

中華民國五十七年二月

臺灣省林業試驗所印行

臺灣 臺北

Published by

TAIWAN FORESTRY RESEARCH INSTITUTE

Taipei, Taiwan, China

February 1968

目 次

一、引 言	1
二、竹類之生態	2
(一) 竹類之種別及其分佈	2
(二) 竹類之發育及其生長	2
(三) 竹類之性狀及其功能	2
三、本省竹類造林之經濟環境	2
(一) 立地環境	2
(二) 國土保安	2
(三) 開發山地資源	3
(四) 竹產物之利用產銷	3
四、過去造林之方法	3
(一) 連軸型竹類林相之經營	3
(二) 連軸型竹類林相過去經營法之缺點	4
1. 地力未盡利用	4
2. 株根裸露	4
3. 株根宿存易罹病蟲害	4
4. 國土保安力弱	4
5. 作業管理不方便	4
6. 單位面積材積生長量低	4
7. 林間隙地不能混植農作	4
五、連軸型竹類正條密植造林及植列前進更新法之處理與措施	5
(一) 處理之目標	5
(二) 本研究對各因子處理之依據及構想	5
1. 空間之集約利用	5
(1) 增加植株促進單位面積生產量	5
(2) 全面利用發揮林地肥力功能	5
(3) 間作農作物增加林地間作收益	5
(4) 配合本省開發山地資源政策，輔導混農林等之實施	6
2. 改良造林地之適應環境	6
(1) 方向	6
(2) 消滅風害	6
(3) 發揮保安林之功能及其經濟價值	6
(4) 預防病蟲害保持竹叢林相健康狀態	7
3. 提倡共同經營制度之實施，發展小農經濟之共濟利益	7
(1) 促進短期收益，加強農民造林信心	7
(2) 確保私人權益，竹林地所有權歸私人所有	7
(3) 推廣共同經營制度，提高單位勞動產量，增加墾民收益	8
(三) 連軸型竹類正條密植造林法及前進更新法之實施	8
1. 造林法	8

- (1) 林地之整治..... 8
- (2) 植列之設置..... 8
- (3) 植溝之挖掘..... 9
 - A 植溝幅度及深淺度..... 9
 - B 挖出土壤之安置位置..... 9
 - C 林地土壤之整理..... 9
 - D 副植列之挖掘..... 10
- (4) 母竹之栽植..... 10
 - A 植溝之整作..... 10
 - B 竹苗植入植溝之位置..... 10
 - C 竹苗植入之深度..... 10
- 2. 更新法..... 11
 - (1) 母竹之撫育..... 11
 - (2) 更新回歸期之計算..... 12
 - A 竹林伐採收穫之回歸期..... 12
 - B 林地利用之回歸期..... 12
 - C 首行及未行植列於回歸期中之更新處理..... 13
 - D 竹林植列更新溝之準備..... 13
 - E 殘留株根之處理..... 14
- 六、結語..... 14
- 七、參考文獻..... 14
- 八、英文摘要..... 17

臺灣省連軸型竹類造林及更新方法 及理論與實施

鄭 宗 元

Studies on the theory and Practice of the Planting and Regenerating Method of Simpodial Type Bamboos of Taiwan

by

Jsung-Yuan Cheng

一、引 言

本省地處亞熱帶，氣候溫暖，雨量充沛，適於竹類之繁殖，栽培容易，成林迅速，收穫期短，利益優厚，非一般林木所能及者，據林業試驗所五十年調查，本省計有竹類十二屬、四十二種，其主要者有桂竹 (*Phyllostachys makinoi* Hayata) 孟宗竹 (*Phyllostachys edulis* Houzeau de Lehaie) 蘆竹 (*Dendrocalamus latiflorus* Munro) 薊竹 (*Bambusa stenostachya* Hackel) 長枝竹 (*Bambusa dolichoclada* Hay.) 綠竹 (*Bambusa oldhami* Munro) 及新發現之竹變 (*Bambusa beecheyana* Munro var. *pubercens* (Li) Lin) 等七種，計有竹林面積 75,275 公頃，蓄積量 1,203,177 公噸 (全乾量)，每年收穫量 285,816 公噸，復據有關機關統計，民國四十五年，本省竹製品之外銷為 185,331 美元。竹筴為 909,308 美元。至五十五年兩者合計外銷已達 5,200,000 美元。又據調查研究的結論，本省單以造紙工業一項，民國五十年至五十三年期間，竹材利用平均每年需要量約為 103,000 公噸 (新鮮竹材噸數) 較四十九年 56,674 公噸幾乎高出一倍，倘以美國市場專家魏克曼調查團報告本省紙張及紙品的消耗，每年平均增加率為 7.5% 預測民國五十七年為 174,100 公噸，六十二年為 256,000 公噸，他並按消費數字預估臺灣紙漿的不足量五十七年漂白化學木漿為 13,175 公噸，未漂牛皮木漿 38,595 公噸，六十二年為漂白化學木漿 22,864 公噸，未漂牛皮木漿 63,533 公噸，是則六十三年利用竹材製漿造紙需要量當在 221,286.25 公噸以上，如欲以現有竹林地和蓄積量以發展大規模的竹材利用，促進竹材及其製品的外銷，則目前生產量似距理想尚遠。年來政府為針對此項木材工業原料需要，積極於山坡地資源之開發，並配合整治國有林班開墾地訂立保育竹林與各種造林貸款辦法，推行大面積之竹類造林。據農復會五十五年統計，近年來已完成竹類造林面積 19,925 公頃，(林務局發表數字為 26,000 餘公頃)，現仍積極推進中，惟查竹類之增產擴大造林面積固為其重要因子之一環，而如何提高單位面積之生產量，又有待於林業經營及造林技術之改進——如優良品種之培育，栽培方法之改進，更新方法之研究、病蟲害之防除等等均為目前迫不及待之問題。本篇之作，乃就竹類之習性，本省造林之環境，及過去造林更新之方法——加以分析研討，並以正條密植造林及植列前進更新法，以謀改進本省連軸型竹類造林方法而求單位面積產量之增進。

本研究進行期中，承本所前任所長林渭訪先生之鼓勵與提供卓見，本所技士兼股長陳安集兄，本所恆春分所技佐朱成本等諸兄之工作協助，文成之後，復蒙林渭訪先生，臺大理學院教授于景讓先生，農復會技正葛錦昭兄，本所六龜分所主任林維治兄，本所技士柳榕兄賜予校閱，本所圖書出

版審查委員會諸先生之審查，藉此併予致謝。

二、竹類之生態

(一) 竹類之種別及其分佈：在分類學上，竹類依地下莖發育型態，可分為單軸型 (Monopodial type) 與連軸型 (Sympodial type) 二型，其竹桿直徑隨氣溫之降低而呈細小，前者屬溫帶種，在本省主要之竹種有孟宗竹及桂竹二種，孟宗竹自海拔 100—1,600 公尺均有分佈，以 750—1,250 公尺生長較為良好，桂竹自海拔 10—1,550 公尺，以 500—1,000 公尺間生長較優。後者屬熱帶種，其主要竹種有蔴竹、薊竹、長枝竹、綠竹等四種，除蔴竹於 1,600 公尺，薊竹、長枝竹於 700 公尺處有較少之栽培外，一般均分佈於 300 公尺以下之地帶。

(二) 竹類之發育及其生長：竹類之發育隨地下莖之動向及其節間側芽發筍而成長，單軸型之地下莖每年五月萌芽至十一月生長可以完竣，短者三十公分，長者可達三公尺，因地下莖之隨處流竄，其成長之竹株均勻的分佈於林地上，故依其發育成長情形亦可謂無限型；連軸型之竹類，地下莖短縮肥厚，而在桿基兩側排列 3—6 個側芽，管理適宜時可由下而上依次發育成筍而長成竹株，故整株密集而成團叢形，發育生長移徙面積較為固定，故可謂其為有限型。竹林之生長，普通是以 12、1、2 月間生長筍芽，3、4、5 月間生長竹筍，6、7、8、9、10、11 月生長地下莖及竹材，故竹林一年當中，不斷需要養分，竹林由根部吸收無機養分後，經竹桿，枝條送至竹葉，經同化作用後形成有機養分，再經過枝條，竹桿、而輸送至地下莖，竹類之鬚根，幼年時吸收養分之力量甚強，但超過 5—6 年生，其吸收力衰退，枝葉亦減少，而竹林之養分以移向新竹及地下莖先端之供應量最多，平常竹林之生長率為 10—30%，故老竹增多，或殘存於林地內，則竹林之生產力減弱，竹筍之發生減少，竹林無法更新。

(三) 竹類之性狀及其功能：竹類之根系形成網狀，不但具有固定地表防止沖刷之作用，且有調節土壤乾濕之功用，可將濕土地改良為乾濕適當之地；竹類之筍可分為成筍與夭折筍兩種，夭折筍在發筍後不久自然枯死，不會成竹，故有自動調節林地立木疏密之功能；竹之生長，日夜無間，惟在當年生長完成後，不再生長；竹林內竹葉重量之總和等於一年新生竹桿之重量；竹類之耐陰性強，其生長必須有適當之蔽陰，就方向言，北向之竹林優於南向，故對於南向之竹林應予適當之掩護，以改良其立地之環境。較蔽陰之立木地則竹類更適以繁殖生長。

三、本省竹類造林之經濟環境

(一) 立地環境：本省位於亞熱帶，達三千公尺以上之高山有六十二座，且受海洋氣候之影響，自然的形成熱、溫、寒之植物帶，適地適種，此為臺灣地理環境之特具條件，單軸型及連軸型竹類在本省均宜生長，且因高溫關係落葉分解頗速，肥料成份之循環亦快，頗有利於竹類之生長。

(二) 國土保安：平地河岸一帶之竹林，在其生育地之土壤中有很多地下莖相連結，形成永久的竹筋水泥般的作用，在地面上又有無數之竹桿防止堤防崩潰，縱有洪水流入農田，竹林亦可緩和流速，防止土石之流入以使災害減低至最低限度。又竹類多栽植於耕地或農家週圍供防風之用，其功用之大，在國土保安上實不容忽視。尤以目前各地河床日高，洪水氾濫危險日增，水害防備林之營造實急不容緩。

在傾斜地可以防止土砂流失，即竹株遭受颱風後其地上部份雖易折倒而枯死，惟其地下莖仍有生機，可再發新筍成竹，對於防止土砂流失之功能繼續不斷，不似一般樹種需要重新栽植。

在山岳地帶有很多坡度陡急，土層淺薄，表土易於流失之地區，如有箭竹則可防止表土流失，且在天然林下生長之箭竹可防止土壤養分之損耗而助上木等之生長。

以竹類為保安林者，如欲使竹林保持活力須有幼齡之母竹，俾竹林每年能發生新筍，故每年須砍伐已達伐齡 (數年生) 之老竹以期新陳代謝，保持健全林相，故以竹類為保安林，不但可達成國

土保安之效能，且年有收穫，符合經濟經營之原則。

根據省議會專案小組調查研究報告，本省一五一條河流，洪枯流量懸殊，影響洪水最大者為降雨量，流域面積小者洪水量亦較小，但易為大風雨所普及，同時發生逕流的機會亦多，本省各主要河川的水源地，皆為夏期多雨地帶，復受颱風影響，雨水常甚集中，由於山溪陡急，缺少留蓄餘地，故雨季容易發生洪水，奔騰而下，世界各大河流，洪水量超過一萬秒立公尺者，共為四十餘條，臺灣一島竟佔六條，其中濁水溪、高屏溪的洪水量竟達二萬二千秒立方公尺，其他大甲溪、烏溪、秀姑巒溪、淡水河等四條，亦在一萬秒立方公尺，然各溪流面積均屬有限，是則每平方公里可能產生的洪水量為四點五至九點二秒立方公尺，較揚子江、黃河高達二百倍，由此可以證明水災的嚴重性，至於枯水時間，迅即枯乾，多數溪底暴露，只剩間歇細流，甚至完全乾涸，用水異常困難。

又據山地農牧局調查，本省海拔高一千公尺以下的山坡地，其已開發為農作物生產用地者，計中部坡地，包括臺中、南投、苗栗、嘉義等縣，已種有香蕉 12,500 公頃，中南部與東部，包括臺東、高雄等縣，已種有香蕉 14,300 公頃，中西部各地已種有柑桔 21,000 公頃，其他茶糖、香茅、及瓊麻等雜作計 50,000 公頃，復據一般調查，此等作物，有防風林與無防風林者比較，其產量可增加一倍以上。

故治山防洪，防風造林，殊為當務之急，而治本治標，竹類皆有其不可計之功力。

(三) 開發山地資源，提高土地生產力：在本省 1,969,489 公頃林地中，闊葉樹林佔 72.5%，計 1,427,349 公頃，每公頃所產蓄積量不滿 50 立方公尺者佔 51.7%，政府為開發山地資源，提高此等土地生產力，在四年經建計劃中，希望能夠完成造林十一萬九千公頃，生產原木三百八十一萬六千立方公尺。林務局為加速此項工作，近又擬定一項五年計劃，預定在恆春、楠濃、玉山、竹東、蘭陽、玉里和關山等七個林區實施林相變更方法，總面積約三萬公頃。又政府為整頓國有林內之濫墾地 27,854 公頃，訂有保育竹林與各種造林辦法一一以不再強制收回濫墾地而改為補助四八〇物資與分收利益及給予竹苗補助金而提高其成活率之明快措施，積極推廣竹類造林。

竹類之生長快，伐期短，利用之範圍廣泛，資金之運轉期短，以其建設山地資源，提高土地生產力，供應紙漿工業原料，實不失為一理想之造林樹種，而上項計劃開發中之林地，又均為竹類生長之適應地，欲推廣竹類造林，擴大生產面積，殊不失為適地、適時之重要措施。

(四) 竹產物之利用產銷：竹類之產物，自地下莖、竹筴、竹桿、竹葉、竹籜與吾人日常之食、衣、住、行、樂、育等生活在在均有其重要價值，值此科學進步，工業發達之時代，其利用價值尤日見廣泛而益顯其重要性，單以製漿一項而言，平均產漿一萬噸，約需竹材 35,000 噸（乾料），如每年生產五萬噸之紙漿，即需要 175,000 噸左右之乾竹材供應，假如每公頃合理經營，每年平均收穫量為乾材七公噸，則需竹材面積 25,000 公頃，即以本省目前植有香蕉 60,652,380 株，每株一支柱，則年需香蕉支柱 60,000,000 株以上，以每年每公頃平均可伐量 1,500 株計，則又需竹林面積 40,000 公頃，如三年更換支柱一次，至少亦需竹林面積 13,330 公頃。其他如以竹為原料之纖維工業，竹木製品、食用竹筴等等之所需，則本省至少需有 100,000 公頃合理經營之竹林地。

四、過去造林之方法

單軸型之竹類，係由於地下莖延伸而發筴成林，故其林相之竹株分佈均勻，疏密較為一致，本篇不予贅述，本篇之所述者乃指連軸型叢生之竹類而言，且所論及者亦着重於造林整地，竹株栽植及竹株之更新等工作及方法。

(一) 連軸型竹類林相之經營：屬於連軸型之竹類其主要者如蘆竹、荊竹、竹變、長枝竹、綠竹等，其造林均為等距離或散狀之單株母竹植樹法，或為日本現在推行之巢穴法，每公頃造林株數，密植者為 250—500 株，疏植者 100—250 株，其發育生長成叢，至收穫採伐期，管理粗放者，則僅

有75—150叢，每叢佔地10—15平方公尺內常生出直徑10公分以上之竹桿十數支至數十支。管理集約並以採筍為主者，每公頃留母竹400—500叢，每叢留竹2—5株，每公頃留竹1,000—1,500株；若以採竹材為主者，每公頃視竹種可留母竹200—500叢，蔴竹200叢，薊竹280叢，長杖竹500叢，每叢留竹15株，每公頃留竹3,000—7,500株，其更新於造林四、五年後有全部皆伐者。而本省之薊竹林亦然，有行帶狀皆伐者（美國），有行局部（佔全林 $\frac{1}{30}$ — $\frac{1}{50}$ ）皆伐者（如日本），然一般多行擇伐法。其以竹材為主要目的者要留1. 2. 3. 4. 年生之母竹，而伐去5年生之老竹，其伐除量為保留量的25%（即四分之一），亦即為該年竹林之生長量，每公頃3,000株之母竹伐去5年生之老竹700株，培育當年發育的新竹700株，使每公頃內常保留有母竹3,000株，以竹筍為目的者，則可留1. 2. 3. 年之母竹，而伐去4年生之老竹，其採伐量為500株。據云如留母竹妥當，即使無施肥則每年每公頃仍可收穫得竹材林之竹材十至十五公噸；採筍林之竹筍二至五公噸，另竹材五至七公噸，然視本省過去調查所得資料，蔴竹每公頃年收穫量為5.95公噸，薊竹（6年皆伐一次）0.66公噸，長杖竹6.52公噸，綠竹6.06公噸，距適當撫育管理之竹林收穫量僅及一半或三分之一。此等伐採留竹更新法係就竹林原株原立地年年如是行之，至於鬆土、除草、施肥、覆土等工作（詳細方法不贅）亦就原地行之。

（二）連軸型竹類林相過去經營法之缺點：

1. 地力未盡利用：連軸型竹類之造林，在單位面積上，其栽植、撫育、收穫、更新等除在原植穴作點狀之種種處理，對於整片林地之利用，肥力之維持，養份之消耗，土壤物理性之改良，勞逸不均，不能一致，未能發揮地盡其利之效，因連軸型竹類之地下莖短縮，每年伸長僅在10—50公分之範圍內，其對養份之吸收則靠鬚根之吸收輸送，其所利用之範圍僅在原立地之週圍，而土地原有養份有限，年年消耗勢必貧乏。竹株生長自必因養份不足常呈衰退枯死現象，即使施肥可以補充，於金錢之消耗，數額自必增多，經營上殊不經濟。

2. 株根裸露：連軸型竹類新竹之生長係由短縮地下莖桿基之側芽發筍而成長，因之新筍之基莖較母莖位置提高，又因年年伐竹，其宿存之桿基又必覆草蓋土一次，因此年年加高，以致株根隨而拔起，管理粗放之竹株，其株根有露出地面2—3尺者，不但使竹株攏身不穩，根基裸露，不能於土中發揮其吸收及生長之作用，且易罹風害及竹株早敗壞之現象。

3. 根株宿存，易罹病蟲害：竹林之病蟲害宿存於老母竹之根株，及其叢生之孳蘖枝葉上，如臺灣之大蟋蟀 (*Brachytrpes portentarus* Lichtenstein) 臺灣大象鼻蟲 (*Rhynchaphorus longimanus* Fabricius) 長角綠椿象 (*Notobius meleagrie* Fabricius) 竹捲葉蟲 (*Pyrausta coclesalis* Wlk.) 竹蠹蟲 (*Dinoderus minutus* Fabricius)；各種介壳蟲，白蟻等以及葉銹病 (*Puccinia Corticoider*) 煤病 (*Ustilago Shiraiana* P. Henn) 竹筍腐爛病等等。

4. 國土保安力弱：單株栽植，株行距間留有大的空隙，對防風林易成風隙，減少阻風效力，對水害防備林，在洪水氾濫時，泥水帶石即由空隙而流入農田，對坡地未能盡量發揮其防止土砂流失之功能，對地力之保育亦減少其效能。未能發揮連軸型竹類因依靠其共同生活及互助生長之特性，得以保持林地養分肥力及調節土壤乾濕之功用。

5. 作業管理較不方便：單株栽植，因植株之間隔，各種撫育管理及伐木更新等作業，費時費工，於人力、金錢上均不經濟。

6. 單位面積材積生長量低：單株栽植單位面積植株少，其發筍生長成竹，亦受竹株、位置及面積所限制，縱予施肥，其增產量亦不及利用全林面積之產量為多。

7. 林間隙地不能混植農作：連軸型竹類，如蔴竹、薊竹、竹變等，依照所謂適當之栽植每公頃為200叢，其每叢所佔面積為50平方公尺，亦即株行距各為7公尺，然此等竹類竹株發育成林後，其高生長常在15—22公尺間，竹冠生長茂密，林地鬱閉，竹叢株根每株佔地面積為10—15平方公

尺，故株行距間，所剩隙地有限，而又蔭蔽，缺乏陽光，非一般作物混植其間所能耐陰生長者。

基於上述之種種情況，作者因感過去連軸型竹類之經營，其措施實未能使林地作有效集約之利用，竹林亦未能發揮其直接及間接之功能，殊有改進之必要，爰設計一正條密植造林及植列前進更新法以改進之，述之如後：

五、連軸型竹類正條密植造林及植列前進更新法之處理與措施：

(一)處理之目標：依據前項各節研討分析之問題，竹類之習性，本省竹類造林之經濟環境，過去連軸型竹類造林方法等等，如何順乎竹類生長之自然習性，如何利用竹類生長之自然習性，如何配合本省竹類造林之經濟環境，如何針對過去造林及更新方法之缺點以改進之，此項癥結所在，實為本研究所急欲解決的問題，亦為本研究所將急待處理之要着，茲彙述如後：

(二)本研究對各因子處理之依據及構想：

1.空間之集約利用：竹類之生長係由根部吸收土壤中無機物類養分後，經竹桿枝條送至竹葉，藉日光之同化作用後形成有機養分，再經過枝條竹桿而輸送至地下莖供應竹筍及竹材之生長，故在同一單位空間內如何增加竹根與土壤接觸面積，以增加吸收土壤中無機物類之機會，增加竹葉與空間之接觸面積，藉以促進光合作用製造碳水化合物之機會，依據日人上田氏謂：一年竹株所生竹葉之重量等於該年生竹材之生產量，過去連軸型竹類之造林，蔴竹、蔴竹每公頃以200叢計，每年可產生竹材700—750株，每株平均為18公斤，計重12.5—15公噸，(本省過去之平均紀錄僅為5.95—6.66公噸)亦即該年度所產之竹葉重量約為15公噸，故欲增加竹材之生產量，首先需增加竹葉之生產數量，欲使竹葉之數量增加，唯一的途徑，當視同一地積上空之集約的有效利用——亦即為地積的全面利用，土層的深度利用，空間的立體利用，亦就是說，深耕土層以促進竹類鬚根生長數量之增加並伸長其長度，適度的密植，以增加竹筍竹材之生產數量，亦增加竹枝竹葉與空間之接觸面積。

(1)增加植株促進單位面積生產量：連軸型竹類發育生長係由短縮之地下莖發筍而長竹，每叢留育竹桿數，固視土地肥力及年可伐量增減其數量，然亦視母竹株數而決定，過去認為合理之經營，蔴竹、蔴竹、竹變等以每公頃植竹200叢，每叢留竹15株，即每公頃長竹3,000株，每年伐去其達伐期之老竹佔全蓄積量四分之一株數(25%)——亦即為該年度之生長量，一般約為全蓄積量25—30%，計約700株，每株18公斤計，則每公頃年可獲得竹材12.5公噸，倘能以更合理之栽植，集約之經營，調整其適當之需光度、蔽蔭度、空氣之流通度，在單位面積內增加其植株之若干倍，由植株增產其竹筍及竹材，自為合理而有效之事。

(2)全面利用發揮林地肥力功能：連軸型之竹類過去之栽培經營，均在初植時原株之立地上作業，如施肥、覆土、敷草、採筍、伐竹皆在原植株立地1—4平方公尺內之地積行之，亦即謂其生長，其更新僅限於此有限之固定面積內，年年如是行之，該面積內土壤所有之養分為竹株年年生長所吸收，自是日趨貧乏，人工施肥，固可補充其不足之部分，然該地積土層之機械性質、物理性質、化學性質亦必因歷年維持竹株而漸次劣變以致不適於竹株之生長，而竹株與竹株間空隙林地任由閑置，未予利用，其土壤中之養分亦隨而棄置，不但全林林地中之給養失去其均衡，即養分肥力亦不一致，全林肥力對於竹叢之生長亦未能發揮其最高之功效，故欲使全林地有均一發揮肥力之充分機會，務使每寸林地均有同一維持竹株生長之供應始可。

(3)間作農作物增加林地間作收益，並藉以改良林地間土壤物理及化學性質，連軸型竹類，每公頃植竹200叢，每叢佔地初植時為一平方公尺，成林後佔地約為四平方公尺，則200叢竹株所佔面積為200—800平方公尺，在每公頃10,000平方公尺內，除去200—800平方公尺之竹叢立地，尚有 $10,000 - \frac{200}{800} = \frac{9,800}{9,200}$ 平方公尺之未利用地，倘以之栽培適當之農作物，如花生、甘薯、木薯、鳳梨、香蕉、或茶葉、咖啡、桑樹、或以之為食用菌類之栽培場所，不但可使林地間因間作農作物而

減少雜草、雜木、蔓藤之孳生，同時亦可收穫間作之產物，且林地因墾作疏鬆地表土層，改進土壤之物理性質，足以導致竹叢地下莖之發育生長，查連軸型之竹類，初植時樹冠生長較緩，枝葉尚未鬱茂，庇蔭度極微，在其間所栽植之上項作物，其所需之陽光，自足以供需，迄3—4年後，竹叢長大成林，樹冠較為蔽蔭，樹高均在10至22公尺以上，則竹株植列間隙距離倘能配置得當，在其林下間以最少面積或株數栽植需要適度庇蔭之香蕉、咖啡、茶樹、桑樹，或栽培香菇、木耳等，不但得收庇蔭之功，且可得防風之效。

(4)配合本省開發山地資源政策，以輔導混農林等之實施：本省在建設臺灣反攻復國的大前提下，人口年年增長，政府為促進生產，爭取外匯的經濟建設計劃中，上山下海久為國人所號召，上山方面有關農林業務，如改良林相，改變樹種，改進經營等方法，發展山坡地利用，果樹上山、蔬菜上山、香蕉上山、甘蔗上山、其他木薯、甘薯、鳳梨、花生、香茅等等，在自然趨勢下，在政府獎掖輔導下，風行一時，到處皆是，然此等墾植之宜農地或林地，其坡度均在10—25度以上，甚至35度左右，旱季則乾旱異常，土壤龜裂，雨季則逕流四溢，山洪成災，甚至山崩土陷，毀屋傷人，遇風則枝摧樹倒，一片慘象，顆粒無收，年來農牧局積極對水土保持工作之推行，卓著成效，然大面積之施工尚未普及，其所費已屬不貲，且每年之保育維護所需尤巨，故欲根本解決此項設施，實有賴於造林治山，亦就是說，在此等地區，依立地環境，作業種類，設置庇蔭林、防風林、水害防備林或水土保持林，此等林相之設置，必須密植，分段分列行之，俾處處維護，步步攔阻，以減殺逕流風害，合軸型之竹類具有叢生，共同生活互為生長之特性，以資配合經營，能收事半功倍之效，且可使農不予林爭地，竹林林相亦可因農而得年年蓬勃新生。

2. 改良造林地之適應環境：

就竹之性狀言，竹類生長之適應地，以土層深厚之砂質壤土，耐陰性之北向為宜，在廣大之林地上，欲適應其性狀之合宜，則有待於經營及作業技術上予以合宜之調配與控制，如北向優於南向，實因北向日照短，庇蔭性較強，濕度高，土層厚，腐植質較為豐富，適於竹類之生長也，然如何造成此等適應之環境，對於林地局部環境之控制與調節，如方向、日照、蔽蔭度等等，務使其有如北向之相當條件，扼述如次：

(1)方向：在廣幅之林地上，無論在山地或平地，幼林在成林之初，方向固足影響其成林生長，若幼林在成林之後，樹冠高達10~22公尺時，則林地樹冠層疊，枝葉蔽蔭，其於方向之影響實不足重視，故在幼林營造之初，事先整備林地，掘妥植溝，配合各地雨季，控制造林時期，並視立地之坡度，坡向及常年季節風之吹襲情況，調整植樹之方式，改穴狀為列狀，並配置其植列及植株之間隔密度，使成林之初得以提高幼林之成活率，成林之後，樹冠日照獲得同等均一之機會，林內蔽蔭度，通風度一無牽制，則竹林發育生長自得左右逢源之妙。

(2)消滅風害：過去連軸型竹類之造林，均用穴植法，成林後各叢獨立生長，樹冠高聳，枝葉茂密，竹梢沉重，每遇颶風，輕則東歪西倒，重則連根拔起，或竹桿遭受腰折而枯死，損失情形，過去雖未有紀錄可稽，然於竹材之利用價值，竹叢之生機，影響殊非淺鮮，倘將散狀之穴植法改為條狀之列植法，使植列之方向，植株之密度配置得宜，前列掩護後列，上株依傍下株，層層阻攔，列列互衛，雖遇颶風強雨，其當風面之植列固不免受同等之襲害，然整列牽制各株相連，自非若單株之易為風倒或摧折，而其次之各列則受前排之相依掩護，不致遭受重大之傷害。

(3)發揮保安林之功能及其經濟價值：過去本省之保安林，無論其為樹林或竹林，其伐採更新均受限制，然為配合整個政策，如何發揮保安林之功能，如何改進保安林生產之經濟收益，已成為當前國人所注視之問題。然以竹類為保安林者，依竹林保持其活力，須常有幼齡之竹子性質言，則竹林必須年年砍伐其老竹，年年培育其新竹始足以保持其健全之林相及適當之鬱閉度，以發揮其保安之功能，是則如何保持其健全之林相及適當之鬱閉度，並發揮其保安之功能及改進林地之生產能力，實在於如何發揮竹林樹冠之阻風效果，林地適應竹林生長環境，以及如何發揮其網狀之地

下莖以減殺水土之沖刷流失，故在此情況下以竹類經營之保安林，在坡地之斜面上則必須具備叢生，密植及整列之各項條件，並改善其常年一致之伐木更新法，俾導致強風消失於植列間，逕流滲入於地下，土石阻攔於根株，林間隙地保持生產狀態中，並使上行植列為下行植列之柵欄行，下行植列為上行植列之掩護行，年年徐徐向前更新，巡迴接替，以收護土保安之效，並取竹林生產經濟之效益。

(4)預防病蟲害保持竹叢林相健康狀態：竹林每遇發生病蟲害，則竹叢之生機衰退，減少母竹及竹筍之生產量及降低其經濟利用價值，並促致竹林開花，呈枯死現象，查本省常見之蟲害，有臺灣大蟋蟀、臺灣大象鼻蟲、長角綠椿象、竹大角野、竹捲葉蟲、環紋綠虎天牛、泥色綾綉天牛、小蠹蟲、以及多種之介殼蟲；病害則以煤病為最嚴重，此等蟲害與病害，無論其為害之狀態如何，其發生之時期如何，然其種因多由於其巢穴，病源菌宿存於多年之老母竹及其株根基莖之土層內，以致常年發生，延綿不絕，為杜絕及減少此等蟲病害之發生及其嚴重性，唯一的處理方法，務使竹叢之立地隨時遷移，林間蔽蔭度適宜，通風良好，空氣新鮮，竹叢母竹保持清新之狀態，使其無可寄存或營造巢穴之機會，則竹林健康，生機活潑，竹材竹筍之蓄積量自然增高，品質自亦良好。

3. 提倡共同經營制度之實施，發展小農經濟之共濟利益。

本省農業因受自然環境的限制，迄目前止，每一農業人口耕地面積已降低至僅有0.16公頃，且於此等土地，作物栽培一年有演進四至五作者，農民為生活所迫，上山盜伐濫墾形成必然之趨勢，政府在開發山坡地資源聲中，因勢利導，推廣竹類造林，將部份國有林班地劃為租地造林地，租予墾民造林，部份林班濫墾地與墾民合作營造竹林，交與墾民保育，殊不失為一項當機立斷的措施，然此等濫墾地因濫墾而形成零星分割，面積大者3~5公頃，小者或僅有0.05~0.1公頃者，如何使此等土地作有利的經營，合理的保育，精密的利用。配合政府經濟措施與技術改進，增加單位面積勞動產量，以提高墾民之所得，並藉以發揮森林多目標之功能，無疑的成為今日發展小農經濟之一項重要課題，然竹林之經營主要之收穫物有二，一為竹材，一為竹筍，而林間隙地的利用，栽培作物制度的配合，在時間上務求其急功與近利，在空間上則求其集約有效的利用，在權益上又務使墾民所承租或合作經營之竹林及其林地上的利益歸其個人所有，是則墾民樂其所業，農村經濟始得安定，故一項有計劃之分工合作共同經營制度必須實施，小農經濟始足賴以發展，為適應上述之各種要求，連軸型竹類之造林及更新方法之改進，務求能達到其任務。

(1)促進短期收益，加強農民造林信心，提高其對竹林經營之興趣：國有山坡地，因盜伐濫墾後為恢復林相而因勢利導的放租與墾民，或與墾民合作經營竹林，無疑是將一項不合法的情況變為合法處理的一項措施。然在墾民的心目中不免存有一種懷疑或憂懼的心理，懷疑的是政府的這項措施的真實性，憂懼的是營造竹林後需經若干年始得收穫？其收穫產物是否有銷路？其收穫物的價格又是否有保障？多數墾民在饑不暇擇，緩不濟急的情況中，其墾地的目的，在期望於春播秋收急功近利的農作物，更有今年墾東處明年墾西處藉林地自然肥力而貪求初墾林地的豐富生產量以維持其生活，而竹林之經營，快則3~5年，遲則7~10年始得收穫，因之不免存猜疑與觀望的心理，故為使墾民經營竹林後，短期內有收益，經營有信心，唯有在原墾地上栽植竹林後仍有較空曠之間隙地使其得有繼續栽培其維持生活之農作物，使其在竹林未成林前仍能維持其原有的生產與收益，竹林成林後除可收竹材竹筍之主收益外，尚可藉林間隙地生產其間作之副收益，則墾民自栽植竹林之年開始即有生產物可收入，其對林地保育經營之興趣及信心自必提高，不但竹林得以早日生長茂盛，墾民亦得早沾其益，為期達到上項之目的，竹林造林之方法，栽植必須整列，中間間隔必須保持相當的行距，間隙地務求方整而利於作業，則林已不傷農，且因農而利於竹林之生長，則墾民自然樂於從事。

(2)確保私人權益，竹林地所有權屬私人所有：公有山坡地宜林部份，依照租地造林辦法，墾民無法獲得土地所有權，對於林產物之分收辦法又受種種法令之限制，手續不勝繁瑣，故墾民

對宜林地之造林殊少有興趣，而視宜農地，其實施水土保持者，即可放領予農民所有，農民為愛惜其私有地，對於土地之保育工作自不遺餘力從事經營，坡地資源之生產潛力亦得以高度發揮，蓋竹林之經營實屬特種林業，就其生產之竹筴言，在農視為特種作物，在園藝則視為蔬菜園藝，此種人為的分類，姑且不論其屬林屬農，屬園藝，而其最主要者實在於如何做到水土保持工作而使濫墾地或放租地一變而為放領地，並將其土地所有權轉為私人所有，故竹林造林方法，如何選定適當的竹種，如何利用其生長發育之特性，如何控制竹林之更新發育，並誘導其發揮水土保持的功能，是則宜農地可以放領，生產力較低之宜林地不但可以比照放租與放領，其租金及放領條件自應較宜農地降低與放寬，在墾民已領得放領之土地，其對竹林之經營，自必更為積極而有效。

(3)推廣共同經營制度，提高單位勞動生產量，增加墾民收益：因盜伐濫墾後放租之山坡地，面積不等，零星分散，政府雖予放租或與合作，鼓勵其栽培竹林，然如無完整之作業計劃，此項政策之推行殊難獲得墾民之興趣與支持，即竹林栽培成林後，如何管理、如何撫育、如何更新、收穫之生產物如何集運、如何加工、如何經銷等等接踵而至的問題，殊非墾民之知識及資金所能自力辦理者，且因墾地零星，有限面積，每戶產量不多，或因交通、人力、市場等關係，致生產之竹材竹筴無法銷售，每年未予利用，任其棄置，或因而削價售予商人，任其中間剝削，自必不易引起墾民之興趣與重視，故竹林之經營，造林及更新之方法，事先必需考慮配合當地環境，市場需要、栽植竹種、作業方法，間作農作物種類，加工處理、運銷設備，並擬定分工合作及就地積均分其收益物共同經營之生產辦法，使毗鄰林地之墾民聯合從事竹林合作化與企業化的經營，使零星之林地或小面積林農得成為有效之小型林場，增加單位勞動產量及其價值。

(三)連軸型竹類正條密植造林法及前進更新法之實施。

所謂連軸型竹類正條密植造林法及前進更新法，顧名思義，前者係將竹林栽植行列整成直線狀，並以間隔較密的株距將竹苗栽入於植列間；後者是於竹林成林後，藉伐去老竹保育新竹，誘導竹林行列年年向前推移更新。

1. 造林法：連軸型竹類正條密植造林法之實施，乃於造林地上，依林地之地位、地勢、方向、土壤、氣象等因子，選定竹種，決定植列排列方向，列間距離，每列之長度，寬度及植溝之深度，植株之間隔密度，劃定位置，於造林前之1—2月整地，挖溝，於春季之2—3月間或雨季中6—7月間，植入竹苗，撫育成林，其工作之進行，可視各不同情況分別處理之。

(1)林地之整治：擬造林地可依其地形地勢分為山坡地及平地，又可依其地被物分為有立木地與無立木地，在一般情況下，造林整地，係就已決定之樹種及株行距後，於造林前清理地面，將雜草雜木，籐蔓殘材搬離林地，或就地焚燒，或就地整列堆棄，或依行距株距整出植穴，即告竣事、連軸型竹類正條密植造林法及植列前進更新法，因其作業方式需達到「線與面」的兩項要求——亦即是說正條密植造林法，是指全植列務需整理成一直線狀，前進更新法是指其更新作業需遍及林地每一寸土地，因之其造林整地，不僅是每穴與每列的清理，不僅是地面的清理，同時還需地層土壤的整理，因在林地中其凡有礙於竹株之栽植及植列推移之伐木株根，以及埋置於林地中表土層之石頭，均須將其全部掘取或移去，則本方法之造林及更新工作始得進行，故本方法之整地工作，除有立木之保安林地或觀光地區，為顧及在竹林未成林前因全面皆伐影響及於水土保持及風光明媚計需另行處理外，其全林地內之雜草雜木籐蔓殘材及埋置堆石在地表土層70公分以上者，必須連根掘起，挖除搬出林地。

(2)植列之設置：本方法植列之配置為造林更新最重要之一項工作，因需顧及林地的集約利用，水土保持，防護風害，農作物之間作配合，主副林產物如竹材竹筴之收穫處理等等利弊問題之存在。故植列之配置須分為主植列與副植列，主植列即為林間之植列，亦可謂之生產植列，副植列為林間及林緣之側列，為防風植列，亦可稱之為保護植列，前者隨竹林更新而年年向前推進，隨更新迴歸年循迴輪轉，其推進之方向，在山坡地係由下而上，由山腰而趨向山麓，其植列之方向與水

平線平行，與坡向成直交，在平地則係順風向向前推進，其方向隨主風向而轉移，與主風向成直交，故就本省之地理環境言，西北部常年受東北風之吹襲較烈，其主林帶宜取西南向而與東北風成直交，東南部常年吹襲東南風，則其主林帶宜西北向，而與東南風成直交，至於副林帶其目的係配合主林帶所設置，其作用除輔助防風外，尚藉以庇蔭及誘導林間通風作用，其伐採或更新係永在原植列之立地作業，不予移動，其植列之方向則須配合林地局部之地理環境及立地方向、常年風力而決定其是否需設備與配置及增減其植列之多少及密度，至主林帶植列之間隔距離，則可視各竹種生長之高度而決定之，就一般之觀察，樹冠鬱閉時之交叉狀態，考慮及林下之庇蔭度，通風度，林下間作物之生長，竹林更新作業進行之方法，水土保持工作之穩固維護，可以各竹種竹株生長高度之一半為適當之間隔距離，綠竹、長枝竹，其生長高度在10—15公尺間者，其植列間距可取用7公尺。蘆竹、蘆竹、竹變等竹種其生長高度在15—22公尺間者，其植列間距可取用10公尺。至植列間竹苗栽植之株距，為求其早期鬱閉及促進植列之更新前進，各竹種皆可以用1公尺距離栽植之。

(3)植溝之挖掘：土壤為生育林木之唯一物質，為求本處理之林地土壤能高度發揮其三種主要功能，一為竹叢穩固的機械支持，二為充分的養分供給，三為發揮水文的控制作用，植溝之挖掘，當在如何發揮森林土壤之保育目的的完整性，故在竹林植列配置妥當之後，即應考慮植溝整掘之方法，其主要者一為植溝幅度之寬狹，一為挖出土壤之安置地位，三為林地土壤之整理，茲就其種種關係作適當之措施。

A 植溝幅度及深度：連軸型竹類，其地下莖萌發新筍，通常一年分蘖一次，但在立地土壤肥力充沛，溫濕度適當之情況下，有一年分蘖一次者，如蘆竹、綠竹，有一年分蘖二次者，如蘆竹、長枝竹，有一年分蘖三次者，如竹變，即竹叢於每年3—4月間，萌發幼筍而成初生竹，至7—8月間再由初生竹之地下莖，萌發較為粗大之第二次分蘖竹，9—11月間又由第二次分蘖竹之地下莖，再萌發第三次分蘖竹，故連軸型竹類地下莖一年之伸長生長，其擴張範圍之幅度，可在於母竹週圍25—50公分間，而地下莖短縮肥厚之各節間，密生鬚根，根徑0.2—0.5公分，根長50—75公分，其最長者有達1公尺以上，故為促進地下莖根羣之發育生長，並使其與土層有更多之接觸面，俾利其吸取土壤中之有效肥料，並藉以鞏固竹叢本身之生長計，植溝之寬度與深度，自以較寬與較深為最理想，然為計及溝愈寬愈深，則人工成本愈多愈昂，殊不經濟，故植溝之寬度與深度，可由竹種地下莖根羣發育生長狀態，以及經營竹林者之生產目的而決定之，地下莖根羣發育較寬較長者，其植溝之寬度，自亦需較寬較深，其較狹較短者，自可較狹較淺，至其生產以竹材為目的者，自需較寬較深，其以竹筍為目的者，自可較狹較淺，一般情況，植溝之寬度深度，大致以50—70公分為宜。

B 挖出土壤之安置位置：林地之表土層，多為落葉枯枝所堆積，且與空氣日光接觸之機會多，其所含之礦物質多已化為有機質，不但可以改良土壤之物理性質，且可供植物吸收之有效肥分亦高，其在地表下之心土，礦物質多未風化，可供植物利用之肥分較少，為使表土層與心土層之礦物質均能發揮其有效肥力以供竹叢生長之利用計，每於竹苗栽植時，可將其挖出之土壤，顛倒其位置，互換層次，以改進土層中之物理性質，並使心土與空氣陽光多接觸，促進其加速分化，故挖掘植溝時，宜視其剖面分為表土層與心土層，在平地可將挖出之表土層，置於植溝之右方，心土層置於植溝之左方，其在山坡地，可將挖出之表土層置於植溝之上坡，心土層置於植溝之下坡，以便竹苗栽入時，將表土填入溝內，心土覆於其溝面或下方。

C 林地土壤之整理：林地土壤對於降水量到達地面時，具有支配性之影響，挖鬆土壤，可以加強水分之滲透性及滲漏性，亦可提高土壤之滲透容量，又竹林之植列，列列整成水平線橫跨山腰，其對水土保持之維護作用，有如我國之山地梯田功能，亦無異於目前農牧局推行之山地平台階段，且其植列之間隔距離有10公尺之未墾地或淺墾地，又足緩和強雨之匯成逕流，故林地內土壤之整理，除植列溝深須挖掘50—70公分外，植列間之隙地，為適應農作物間作之要求，可淺墾之成為

25—30公分，並依山坡地勢之緩急，以及竹林成林後開始伐木更新植列向上推移時，逐年予以耕耘整平，使各植列間之隙地，至竹林更新迴歸年，即無形中成爲階段之平台地，不但改進了山坡地之形式及發揮其潛能，且於水文之控制亦可發揮事半功倍之效。

D 副植列之挖掘：副植列之設備及配置，其目的在於防風導風。及林地之側向庇蔭，故其植列之方向宜與主植列之方向成直交或斜交，在平坦之林地，其挖掘之工作可與主植列完全一致，在山坡地，因其常與坡向成平行，如配置及設備時不加注意，常易因降水量之沖刷造成沖蝕溝之流弊，故其植溝之挖掘深度宜稍淺，爲求安全計，最好墾成平台階段。

(4) 母竹之栽植：連軸型竹類之造林，其所用竹苗，有以母竹分殖者，有以竹桿直接平插者，有以竹桿平插育成竹苗者，有以竹枝苗者，據臺灣省林業試驗所試驗結果，認爲以竹桿平插育成苗造林最爲經濟與安全，本節所欲提及者，一爲造林植樹時植溝之整治，一爲竹苗植入之位置。

A 植溝之整治：造林植樹時，較低洼易積水之林地，挖開之植溝，填入挖出之土壤時，可將林地內之枯枝落葉及刈除之雜草填於溝之底層，次將表土層覆於其上，最後將挖出之心土覆於其最上層，並作成高出地面向山坡成內斜式之窩形栽植畦，使雨季中上坡之降水量得盡量的滲透入於土壤中，並使植溝不致積水，一俟填入之枯枝落葉腐敗成腐植質縮小其體積，疎鬆之土壤亦因之漸次沉落恢復其原地狀態，以利竹苗之發育生長，但於乾旱地區，林地多量之枯枝落葉，則不宜置於溝之底層，而應均勻的被覆於植溝之最上面，以防竹苗栽植後林地土壤因水份過度蒸發引起乾枯死亡之弊。

B 竹苗植入植溝之位置：在平坦之林地，竹苗可整列的栽於植溝之中央，如植溝寬幅爲70公分，則竹苗植入之位置爲各距兩緣35公分之中線上，使竹苗成活後，其根羣得以平均舒適發展，如爲山坡地，則竹苗之植入宜稍偏於植溝寬幅之下緣 $\frac{1}{3}$ 處，其位置爲離溝之下緣25公分，離上緣爲45公分，俾能誘導根羣得以向上坡發展，亦可使上坡之水土流下時有較寬幅之緩衝沉積地帶，且得有所涵蓄。

C 竹苗植入之深度：在一般情況下，以竹桿直接平插於植溝時，其深度可與苗圃繁殖時相若，過深或過淺均非所宜，其上面之覆土以6—10公分爲最適宜，如以分蘖母竹及成苗栽入，其深度可較原栽植地或苗圃時爲深，但積水或較潤濕之林地，其栽植根部宜稍提高，以避免根部之浸漬致使腐敗。

至於竹苗採集，掘取，包裝，運輸及植樹之時期，各造林學及試驗報告均有詳細論述，非本研究所討論之範圍，茲不多贅。（附圖1·2·3。）

圖 1. 連軸型竹類正條密植造林法正面圖

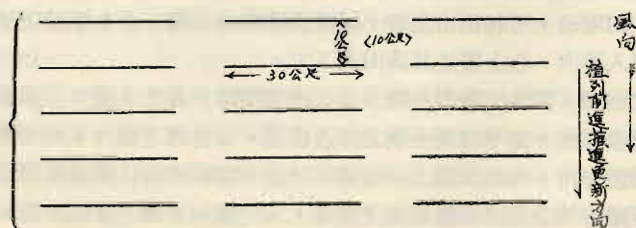


圖 2. 連軸型竹類正條密植造林法側面圖

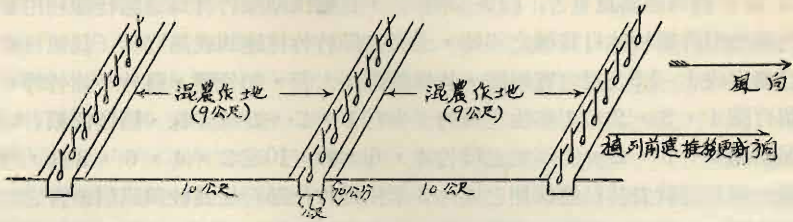
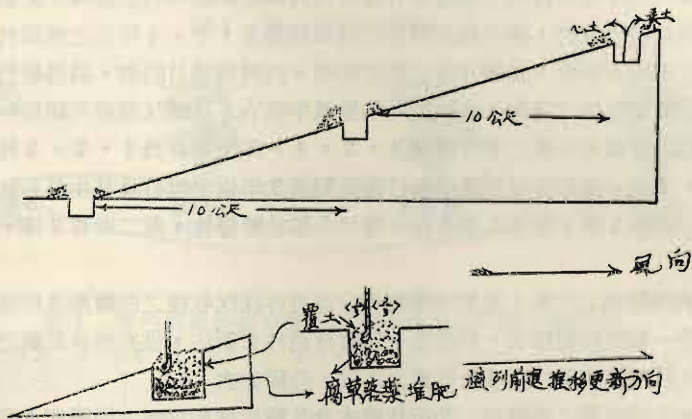


圖 3 坡地及平地植溝整治法及母竹栽植圖



2. 更新法：連軸型竹類正條密植造林前進更新法：係於竹林栽植撫育成林後，即竹林竹材達於利用成熟期，視竹種發育生長繁殖狀況，竹叢株莖之大小及高低，應留應伐母竹之一般年齡，決定竹叢植列常年保持之寬度，竹株之密度，母竹林齡之組合及竹株配置之數量，前進更新溝之寬幅，並依植列間隔之距離，計算植列更新回歸期，然後依計劃實施之。其異於一般造林更新法者，乃在作業方式係以正條狀密植造林，年年向前推移更新，後者係為點狀穴狀造林，而年年就原地原穴或作全面皆伐更新，在更新過程中，前者係使全林每一寸土地均有供應竹叢立木生長所需之任務，而後者在全林地中僅有少數面積永遠的供應竹叢立木之生長，在竹材生長蓄積量的收穫上，前者可以保持極續的正生產量，而後者僅有或多或少或數年始得一次收穫的生產量，茲就其作業程序分述於後：

(1) 母竹之撫育：連軸型竹類短縮之地下莖，在其兩側列有3—6個側芽，管理適當，可由下而上發育成筍，管理不善，則僅有少數側芽可發筍成竹。一般情況下，一株母竹發筍一個芽或二個芽，從下面之芽開始萌發，愈下之芽萌發之筍愈大，倘管理得法，林地肥分補充無缺，則其兩側之芽，均可發育成筍，且第二第三期所發之筍較第一期發出者體積更肥大，又採刈第一第二期筍有刺激第二第三期筍提早萌發之趨勢，故母竹之撫育，每叢該留幾支母竹？應留何時萌發之筍為宜？常視各竹種發筍期之長短，營林之主要目的為用竹材抑為採筍為先決條件，並視該年度氣候及降水狀態而斟酌之。以竹材為主者，宜留第一期筍為母竹，餘筍可採供食用。以採筍為主者：可將第一第二兩期之筍採為食用，提早供應市面販售之需，而留第二第三期筍為母竹。其次所應考慮者，則為留母竹之方向，務配合竹叢植列更新推移之方向為準則，此可依據連軸型竹類地下莖伸出近似十字對生之習性以定其應伐應留之方位，至於留母竹數量之多少，則需視各竹種體型大小，樹冠佔空間狀態以及年生產量，輪伐期等而決定之。就竹類之生長繁殖，無論立地之乾濕肥瘠，施肥與否，均為二、三年生母竹吸收土壤中之養分，以供應一年生母竹生長發筍之需，故母竹之留存法，應使其最

有效原則下行之。就本省之氣候，立地，及過去經營之經驗，以竹材為生產目的者，通常以竹林年生長量為採伐量，約為總蓄積量 $\frac{1}{4}$ （10—30%），其輪伐期除竹材為適應特殊利用要求外均可暫定為四年，故連軸型竹類竹林自栽植之年始，至長出母竹竹材達到成熟之年（栽植後滿五年時）止，每行植列已撫育成1—1.5公尺之寬幅度，竹株型體高大者，如竹變，蘆竹，薊竹等，每叢植列間每公尺長應留育滿4，3，2，1年生之母竹至少有1，2，3，4株、體型低細者如長枝竹，綠竹，每叢應保留滿4，3，2，1年生之母竹4，6，8，10或2，4，6，8株，俾竹林開始採伐收穫之年始，每年可砍去其已達伐期之4，3年生母竹及部份生長較差或病蟲害之2，1年生母竹。前三者（竹變，蘆竹，薊竹）各為1株，後二者（長枝竹，綠竹）各為3或2株，每年各留幼齡母竹前三者各為4株，後二者各為10或8株，使竹叢植列間常年均保持4，3，2，1年生之母竹，且由擇伐去植列推移前進背面之老齡母竹留育其向面之幼齡母竹之誘導，使植列前進之更新面，擁之竹株多為幼齡之母竹，漸次向其前進之背面則為2，3，4年生之老母竹。是故植列前進之更新面其竹株立木密度較密，愈趨背面之密度愈疎。以採筍為目的者，為適應竹株之生長及竹筍之多量萌發，各竹種留母竹之株數，各年生可酌量減半或 $\frac{1}{2}$ ，其輪伐期亦可縮短一年，如竹變，蘆竹，綠竹每叢母竹之保留量，前二者可保留3，2，1，年生者各為1，2，3株，後者可留2，4，6或3，5，7株，亦即是每年應砍去已達伐期滿3年生之母竹及其生長不良或病蟲害之2，1年生母竹，前二者各1株，後者2或3株，每年各留幼齡母竹，前二者各3株，後者為6或4株（詳見圖4）。

（2）更新回歸期之計算：更新回歸期可分為竹林採伐收穫之回歸期及林地利用之回歸期兩者而言，其有異乎一般竹林經營者，則在於一般竹林造林更新法，僅有竹林更新之回歸期，而無林地利用之回歸期，茲將其演繹之原理及計算之方法，分陳如次：

A 竹林採伐收穫之回歸期——乃指竹叢本身及整片林相更新之回歸期，吾人知道竹林與樹林之單位面積每年生長量計算方法不同，樹木每年均在於肥大生長，竹類則在於發筍當年即完成生長，次年以後不再生長，因此單位面積每年生長量，樹林以每株每年生長合計計算，竹林則以每年所出支數合計計算，樹林地以貯藏幾十年之林木蓄積為利用對象，竹林則需經常保留幼齡之母竹為蓄積基礎，林木輪伐期之決定，多數係以林木材積生長最大之時期為輪伐期，竹林為使每年有更多的生長量，必須保持幼齡母竹之健全狀態，對老齡竹及病蟲害竹需要每年砍除。連軸型竹類之竹材，一般生長至第三、四年均已成熟，其適當輪伐期可定為四年。惟其作業方式，為維持其生長繁殖計，每年每叢必須留有4、3、2、1年生之母竹及伐去已成熟之三、四年生老齡母竹及生長較差之二、一年生幼齡竹，故就採伐方式言，竹林之更新，可謂擇伐作業中之一種，倘依擇伐作業中相連二次伐採之間隔期為回歸期，則本設計之迴歸期該定為一年。

B 林地利用之回歸期——乃指林地在整個更新回歸中負擔竹株樹立生長間隔期間而言。本方法之目的，在求林地之均勻利用，充份發揮土壤中養分潛能，使每寸土地均有同一負擔竹叢立木生長及同一休閒之機會。故對竹叢間幼齡母竹之繁殖撫育生長，係在一定之方向下，在植列推移之更新面，離植列30公分之前側，挖掘更新溝，疏鬆該溝之土壤，翻出溝旁，使其與日光空氣多接觸，促進土壤中無機礦物質等之風化分解，並施以堆肥，覆土敷草，誘導地下莖向更新溝中延伸前進，並以人為採筍伐竹加以控制，誘導其幼齡母竹生長方位逐年向前推移。依據各竹種植列間之間隔距離及每年地下莖分蘖次數，伸長長度，定其更新溝之寬幅度，以為竹叢植列每年利用林地更新計算之準則，則林地利用之回歸期可由下式求得之。

林地利用回歸期——竹林植列間之間隔距離／更新溝之寬幅度

如竹林植列間之距離為10公尺，更新溝之寬幅度為50公分，則該林地之回歸期為20年，惟第一回歸期需計及竹苗栽植後撫育成林至竹材成熟達於更新之年期，則其計算式需加入竹林生長成熟期，其列式如次：

林地利用回歸期——竹林生長成熟期+竹林植列間之隔距離/更新溝之寬幅度。

如該竹林生長成熟期為5年，則其林地之利用回歸期應為： $5 + 10/0.5 = 25$ 年。

C 首行及末行植列於回歸期中之更新處理：竹林之植列已年年向前誘導推移，至造林後之第二十年（即植列向前推移之第十五年），首行植列因向前推移空出之原立地，必須重新挖掘植溝，植以新竹，以維持比林之循環更新，至二十五年（即植列向前推移之第二十年），最末之一行植列，因地積配合植列年年向前推進，已無餘地可以再行推移時，則整列予以伐除，惟在林地邊緣或無防礙其他植列竹叢推移生長之情況下，可以暫時保留5—10年，以為防風或為邊緣林帶之處理，如是輪轉更新，延續進行，不但使此竹林年年有多量之竹材竹筴可以採用，林相亦常保持蓬勃出新之生機（詳見圖4、5表1）。

圖4 林地利用回歸剖示圖

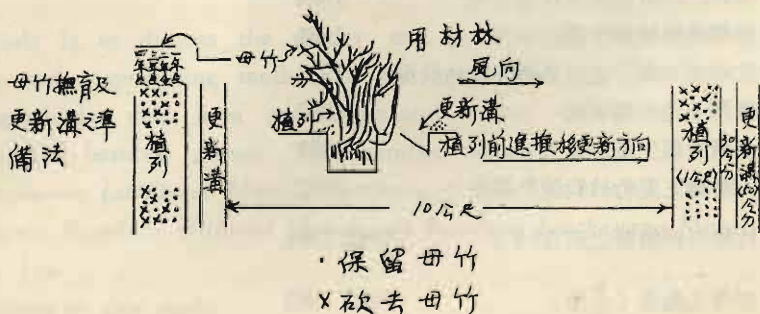


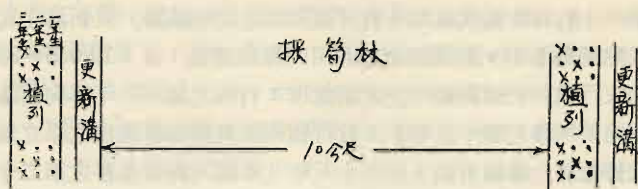
表1 植列前進推移更新及林間隙地利用回歸年對照表

公尺	0	0.5	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5	5.5	6	6.5	7	7.5	8	8.5	9	9.5	10
年度	1-5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25

D 竹林植列更新溝之準備：有些學者認為施肥後，地下莖自會向施肥地點延伸，但日人上野氏認為在事實上，係因施肥後土壤物理性質獲得改善，以致地下莖易於延伸所致。竹林中之中耕培土工作為其明證。故改良植列推移面之土壤性質及施肥以增加其養分，足以誘導地下莖之延伸及促進竹筴之萌發殆為無可置疑。依連軸型竹類地下莖發育情形，其發筴時期；綠竹為2—11月，竹筴4—11月，荊竹5—9月，三者均以6—8月為最盛時期；長枝竹6—9月；蘆竹7—10月，並以8—9月最盛，故植列更新溝之準備，務於各竹種發筴前2—3月行之。其方法可於植列推移面之前側30—50公分處，挖一∩字形之溝，深寬各為50公分，近植列之切面作成向外之傾斜狀，其外緣切成直截形，盡量避免傷及地下莖所生之鬚根及適應其生長，嗣經適當時間之風化後，埋入落葉腐草施放堆肥等，然後加培原土，敷以藁草誘導地下莖之伸展（詳見圖5）。

圖5 連軸型竹類正條密植造林植列前進推移更新法





E 殘留株根之處理：連軸型竹類之伐木株根，其短縮肥厚之地下莖，於竹林之更新作業及林間隙地之利用多有妨礙，故竹林伐採之後，其宿存株根，必須設法促其早日腐敗或予掘棄，其處理方法，過去有於伐竹時，施行低伐，使與地面齊平，並於伐竹後，藉斧鉞等物擊碎遺留根株，有用人糞尿貫滿其遺留之竹節中，有以食鹽填置於其傷口等等方法，以促其早日腐敗者，本方法為求植列之株根地下莖能及早腐敗，且求其時效一致，乃試藉碳化鈣（ CaC_2 俗稱電石）與水作用，生成乙炔 $\text{CaC}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CH}_3\text{CH} + \text{Ca}(\text{OH})_2$ ，乙炔氧化而發生高量溫度以及由碳化鈣與水作用生成乙炔時，因常混有 H_2S PH_3 等雜質，其毒性亦可毒殺地下莖之原理，於伐竹後植列推移之背面株根旁，掘一小溝，深及地下莖，以旋鑽在已經伐竹株根地下莖之節間鑽一小孔，深及地下莖直徑 $\frac{1}{3}$ ，然後以碳化鈣填入該小孔中，並密封其孔口且覆以土，使碳化鈣藉地下莖中之水份起其作用，以促株根之早日腐敗。

六、結 語

本研究之實驗工作，作者已分別於林業試驗所各分所設置有連軸型竹類正條密植造林及植列前進更新法與穴狀造林法對竹林發育生長之比較試驗，計55年於恆春分所港口試驗地設置有薊竹試驗區一項，經一年之觀察及調查初步結果，正條密植造林法，母竹成活率96%，發筍株率100%；穴植造林法母竹成活率為89%，發筍株率為91%；以單位面積言，前者每公頃發筍數為351株，後者每公頃僅有71株，相差已達五倍。本（56）年於蓮華池分所，太麻里分所兩試驗地各設置有竹變試驗區一項。又在六龜分所試驗林地設置有甜竹（綠竹之一種）試驗區一項，現均在管理觀察調查中，試驗動態及成果俟集得各年度資料整理後，另行編撰報告，又臺東福潭農場場長秦毅夫，探悉本研究之方法，甚感興趣，來所查詢及本營造方法，隨於其知本山地農場內，如法栽植蔴竹林三公頃，特記錄之以供來年之參證。

參 考 文 獻

- 1 陳 嶸：造林學各論
- 2 王子定 郭寶章：臺灣之竹材與竹林 1949
- 3 林渭訪 薛承健：臺灣之木材 1950
- 4 林渭訪：臺灣之木材供需及林地分配 1954
- 5 林維治：臺灣竹科植物分類之研究 1961
- 6 杜士柏 沈格夫 袁行之：臺灣之森林資源 1956
- 7 夏之驊：臺灣土地利用現況 1957
- 8 林維治：臺灣竹類生長之研究 1958
- 9 林維治等：臺灣主要竹林資源之調查 1962
- 10 林維治：竹類平插繁殖之研究(一)(二) 1962, 1964
- 11 易希陶：經濟昆蟲學(上册) 1962, 1963

- 12 關榮智：森林昆蟲學 1963
 13 江 濤：臺灣竹類資源與增產途徑 1963
 14 林文鎮 江濤：竹林之經營 1963
 15 林維治：竹變之調查及研究 1964
 16 黃 杰：治山與防洪 1964
 17 林維治：臺灣竹類之新種 1964
 18 張研田：西德的農村發展 1965
 19 林文鎮：美日林業研習記 1965
 20 白斯曼：森林土壤資源之保育 1967
 21 林文鎮：臺灣民林現況及其發展途徑 1967
 22 劉慎孝：臺灣之森林經營 1967
 23 霍玉振：臺灣之竹林及其管理保育 1967
 24 廖綿濬：實用農地水土保持 1959
 25 臺灣長官公署：五十一年來統計提要
 26 臺灣新生報：全面改良林相提高土地生產力 1966.2.21
 27 中華日報姜白鷗：造幣與造林 1966,4, 8
 28 臺灣新生報蔡信璋：整治河川刻不容緩 1966,6,20
 29 臺灣日報：臺灣林業新面貌 1967,1,4
 30 臺灣日報沈匡時：怎樣開發山地資源 1967,2,21
 31 臺灣新生報：林務局沈局長在省府例會報告 1967,10,17
 32. Robert A. Young & Joseph R. Haun, F.A. Meclure 6. Bamboo — Agriculture Handbook No. 103 1961
 33. 上田弘一郎：有用竹與筍 2. 1963
 39. 正木清：竹の栽培と加工

七、英 文 摘 要 English Summary

Studies on the Theory and Practice of the Planting and Regenerating Method of the Sympodial Type Bamboos of Taiwan

by

Jsung-Yuan Cheng

1. This study is to discuss the theory and practice of the improvement of the planting and regenerating method of the sympodial type bamboos of Taiwan, and to get higher unit area production and higher efficiency of the multiple uses of the bamboo groves. The bamboo species tested in this study are *Dendrocalamus latiflorus* Munro, *Bambusa stenotachya* Hackel, *Bambusa dolichoclada* Hayata, *Bambusa oldhami* Munro and *Bambusa beecheyana* Munro var. *pubescens* (Li) Lin.
2. The purpose of this study:

- a. To make good adaptedness between the bamboos and the site (habitat) based on the growth and ecological characteristics of the sympodial type bamboos.
- b. To improve the small farm management and to obtain higher unit area production by the effect of intensive land used concentrated.
- c. To supply more bamboos for the industrial need and to elucidate the latent power of the Taiwan forest resources by changing the hardwoods into bamboo groves.
- d. To increase the function of the plantation in soil conservation and windbreak and to eliminate the climate damage by the proper planting method of bamboo.
- e. To minimize the injurious insects and disease by annual regeneration.

3. The expected effect of this study:

- a. Concentrated use of the land:— The number of the clumps planted in a unit area is increased by the close-banded belt plantation method. The nutrients of the soil both horizontal and vertical layers are used completely. Crops may be planted in the interspace of the bamboo belts, therefore a mixed agricultural forest is made, It not only produces more bamboo culms and shoots within a unit area but also yields crop in addition.
- b. Improvement of the site:—The bamboo clumps will be erected by the culms shade and support each other within or between the belts. The aeration and the differences of the direction of the site will be adjusted by the close-banded belt planting method. The soil digged from the plantation and regeneration ditch is put back on turned so that the nutrients of the soil can be fully utilized. The injurious insects and disease will be diminished by the forward moved regeneration method.
- c. To develop the small farms management in cooperation system:— The land could be redesigned under the order of the government based on the condition of protection of the private property. Then all the management procedures such as planting, tending, regenerating, harvest, utilization and transportation and distribution of the products could be managed in a cooperation way. It is more beneficial than the small farm managed individually. And it could make more people interested in bamboo plantation.

4. The suggested planting and regenerating method

- a. Planting method:— The close-banded belt planting method should be used instead of the old isolated single clump method of the sympodial type bamboo. The interspace of belts is about half of the height of the bamboo. The direction of the belt, on flat land is at right angle to the monsoon direction; on slope is at right angle to the slope direction. The depth and width of the plantation ditch is determined by the species, times of sprouting, the rhizome extension, plantation purpose for culms or shoots. Generally the depth and width of the plantation ditch is about 50—70cm. As for the plantation ditch treatment, dig a ditch first, Then the soil digged from the ditch is put

for weathering. Then put compost and litter in the ditch first and put back the weathered soil by the reversed order of the soil layers. Finally a curved surface bed is made. Planting period is better in Feb. to Mar. or at the beginning of the rainy season. The interspace of clumps within a belt is about one meter. The bamboo seedlings are planted in the center of the plantation ditch in plain, and planted about 1/3 of the width of the plantation ditch near the lower margin on slope, because it is more suitable for the development of rhizomes.

- b. Regenerating method:- The forward moved regenerating method should be used in stead of the old stationary or clear cutting regenerating method. After the grove is full grown, according to the growth condition of the bamboo species, the diameter and the height of the bamboo culms the ages of the reserved and the cut culms to determine the interspace of the belts, the number and ages of the reserved culms and the width of the regeneration ditch. And the regression period of the regeneration belt is determined by the interspace of the belts. The regeneration ditch is digged in V-shaped about 30—50cm in width and about 50cm away from the plantation belt annually. The soil digged from the ditch is put for weathering, then put compost and the weathered soil back to the ditch and covered with straw respectively. The new bamboo shoots will be induced to develop in this new ditch. After the reserved shoots are selected, the shoots develop at the back of belt and the rest will be cut. The fully grown culms are cut in September to November annually. The abnormal growth and injured young culms are cut annually too. Finally the Plantation belt move forward annually.

- (a)The regeneration of the bamboo grove on rotation period:-There are two kinds of rotation, period The first one is the bamboo culms harvest rotation period, that means the rotation period of the bamboo clumps and the whole grove regeneration. The grove yields culms every year after it is fully grown. It is same as the selecting cut in forestry management. According to the selecting cut management, the interval of two cuts in sequence is the rotation period. Thus the rotation period of the bamboo grove is one year. The second is the grove land utilization rotation period, that means the period of the whole land is used for regeneration. So the rotation period is based on the interspace of two belts and the width of the regeneration ditch. The formula will be:

$$\text{Grove land utilization rotation period} = \frac{\text{Interspace of two belts}}{\text{width of the regeneration ditch}}$$

But the period before the bamboo culms is fully grown or the first cut should be added. Therefore, the grove land utilization rotation period formula should be modified as the follow:

$$\begin{aligned} & \text{Grove land utilization rotation period} \\ & = \text{fully grown period of the culms(yrs)} + \frac{\text{Interspace of two belts}}{\text{width of the regeneration ditch}} \end{aligned}$$

- (b)Treatment of the left rhizomes:-For promoting the decay of the left rhizomes,

CaC_2 is used. A hole is made in the left rhizome, then put some CaC_2 in the hole and to make the hole closed. The CaC_2 will release a great amount of heat energy by the reaction with the water deposited in the rhizome. The reaction equation is $\text{CaC}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \cdots \cdots \text{CH} \equiv \text{CH} + \text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{Heat Energy}$. The best way is to use the natural CaC_2 which is mixed with H_2S , PH_3 etc. Some of the mixtures are poisonous, so the rhizome could be killed by the released heat energy or poisons and decay quickly.

5. The present field work of this study:- The test plantations of bamboo have been located in Henq-chun Branch, Lu-kwei Branch, Tai-ma-Lee Branch and Lian-Hua-Chi Branch, T. F. R. I. The species of the plantations are *Bambusa stenostachya*, *Bambusa beecheyana* var. *pubescens* and *Bambusa oldhami*. Measurements of the ten-month old plantation of *Bambusa stenostachya* were made. The survival is 89%, and the sprouting percentage is 91% of the established clumps of the isolated single clump plantation. The establishment percentage is 96%, and the sprouting percentage is 100% of the established clumps of the close-banded belt plantation. The former method has 71 shoots sprouted per hectare, and the later has 351 shoots per hectare. The later is about five times higher than the former. The other data are being collected. The final report will be made when the data are available.