

# 搾奶機作業之分析改良

## Development of an Experimental Active-Milking-Transporter

國立中興大學農業機械工程學系講師

國立中興大學農業機械工程學系助教

彭 錦 樵

謝 廣 文

Jiin-chyau Pen

Coang-wen Hsieh

### 摘 要

搾奶作業在乳牛飼養過程中，是一項頗費工時也最具技術性之工作。本省之搾奶作業，以搾奶機取代人力，進而發展牛舍之機械化，更以管路式搾奶設備推展大規模之乳牛事業。然而乳牛放牧須每日定時趕回牛舍兩次，以便進行搾奶作業，此項工作顯著影響乳牛放牧之活動性。

本計畫為研製機動性的搾奶設備。以伍式搬運車為機體加以改良設計，利用引擎之動力，驅動低壓泵產生脈衝，再將整套搾奶機裝設於搬運車上。引擎動力為3馬力，轉速1300 r. p. m，低壓泵產生之低壓為36 cm Hg，脈衝數為48次/分，機體之長×寬×高=1.8m×0.85m×1.7m。研製之機動性搾奶設備，經在興大畜牧場之試驗結果顯示，只要保持恒定之低壓及脈衝，牛隻之產奶量正常，而且牛隻無明顯的不良反應。本機動式搾奶設備對於大牧場之區域性放牧時，可機動地到達放牧區從事搾奶作業，有助於牧場之管理，勞力之節省。

奶杯橡皮之問題，深深困擾酪農，本計畫亦擬出解決之方案，如能在酪農之使用管理上多加注意，學術研究機構下功夫研究及政府政策之支持等多方面共同努力，相信必可使本省搾奶機問題早日獲得解決。

### Abstract

The operation of milking is an important and technical work in the management system of pasture. It effects the activity of dairy's grazing. An active-milking-transporter method which perform milking operations in the field directly was developed. It was also evaluated by comparing with the conventional milking method.

Experimental results obtained from the Pasture of Chung-Hsing University showed that there were no significant differences in milk producing between the conventional machine and active-milking-transporter, and there was no abnormal response by dairy cattles. It is helpful to the large pasture in improving the management system.

### 一、前 言

搾奶作業在乳牛飼養管理工作中，是一項頗費工時且最具技術性之工作，本省目前之酪農，在牛

奶之收穫上幾乎已完全機械化作業，小規模牧場使用桶式搾奶機，大規模牧場則使用固定管路式搾奶設備。然而乳牛每日需搾奶二次，若牛隻放牧出去，在固定之搾奶時間內需將牛隻趕回搾奶棚，顯然

需耗費人工及影響乳牛放牧之活動性，此於大規模經營之牧場尤為顯著。近年來政府鼓勵酪農企業化經營，因之，在大規模經營之牧場，如何解決乳牛區域放牧時之擠奶工作及其活動性，實為未雨綢繆之重要工作。又者，據陳煥南氏之調查，酪農於擠奶過程中，對於擠奶機之使用不當，占酪農戶數 77.6%，按裝不當占 90%，擠奶機奶杯橡皮、奶管、奶桶等不合衛生條件者占 94%，因此，如何灌輸酪農對擠奶機之正確的使用管理知識，亦是刻不容緩之事。

本計畫針對擠奶作業所面臨之問題，擬出兩套解決方案，分別說明如下：

(一)研製一種能節省工時，可以機動至放牧區進行擠奶工作，而不必將乳牛趕回擠奶棚，不影響乳牛放牧活動性，且牛隻產奶量正常之機動式擠奶設備，並進行實驗，以探討其可行性。

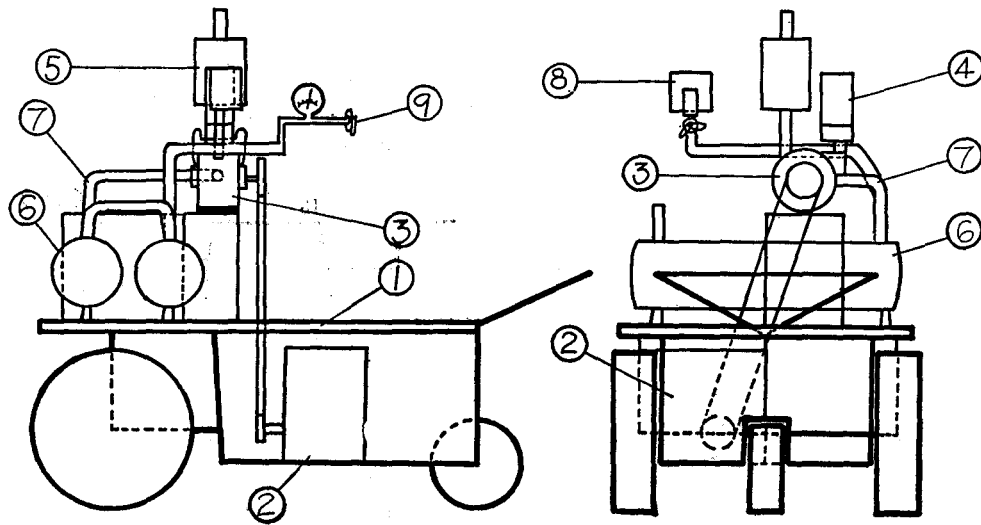
(二)探討擠奶機之使用管理方法，研擬解決奶杯價格昂貴（一組四個約新臺幣 1500 元），使用期短（約 4~6 個月）之迫切問題。

## 二、材料與方法

### (一)試驗材料與設備

伍氏動力搬運車，桶式擠奶機，低壓泵，轉速計，流量計，脈衝記錄器，牛隻。

### (二)試驗方法與步驟



- |          |            |           |
|----------|------------|-----------|
| 1: 搬運車機體 | 4: 低壓泵潤滑油杯 | 7: 低壓管道   |
| 2: 引擎    | 5: 低壓泵排氣管  | 8: 低壓控制閥  |
| 3: 低壓泵   | 6: 低壓平衡箱   | 9: 低壓管道接頭 |

圖一 機動式擠奶機二視圖

## 1.機動式擠奶機之研製及其特性之測定。

### (1)機動式擠奶機之研製：

以伍氏動力搬運車為機體，加以改良設計，使桶式擠奶機能裝置於搬運車上且進行擠奶作業。

### (2)低壓泵抽氣特性曲線之測定：

以流量計接於機動式擠奶機低壓泵之抽氣口，由抽氣量 300 l/min 開始，每增 10 l/min 測一次低壓，所測之數據在方格紙上做圖，橫座標為抽氣量 (l/min)，縱座標為低壓 (cm Hg)，即可描出低壓泵之抽氣特性曲線。

### (3)脈衝圖形，脈衝數及吸鬆比之計算：

採用 Orion 的脈衝記錄器 (Pulsator Recorder) 記錄脈衝器的脈衝情形，即可得脈衝圖形。測定脈衝記錄器上紙帶速度，除以每個脈衝之紙帶行走距離，即可求得脈衝器之脈衝數。亦可由脈衝圖形而求得脈衝器之吸鬆化。

## 2.機動式擠奶機之擠奶實驗。

研製之機動式擠奶機，經過特性測定，如果符合一般擠奶機之標準（低壓在 34~38 cm Hg 之間，脈衝在 40~60 次/分之間），則可進行擠奶實驗，以探討此機之可行性。經本校畜牧系同意，借用畜牧系牧場之牛隻作為實驗樣本，於民國 72 年 1 月 27~29 日，早上八時及下午四時各擠奶一次之時，取三頭牛（編號為 1 號，44 號，60 號）做為機動式擠奶機之實驗樣本，另外四頭牛（編號 59

號，62號，69號，70號）仍以傳統方式擠奶，作為對照組，登記所有牛隻之產奶量，以統計分析機動式擠奶與傳統式擠奶對牛奶產量之關係。同時觀察牛隻之反應以及機械運轉之問題。

### 三、結果與討論

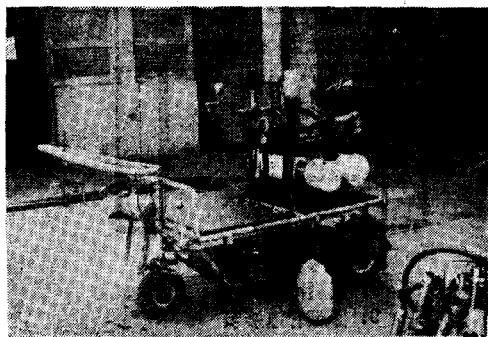
#### (一)機動式擠奶機之研製及其特性之測定

##### 1.機動式擠奶機之研製

為了能機動擠奶，乃研製成機動式擠奶機（如圖一）。以伍氏動力搬運車為機體，加以改良設計，利用引擎之動力，驅動擠奶機之低壓泵，經過低壓平衡箱及低壓控制閥之控制，產生穩定之低壓。再將桶式擠奶機置於搬運車上，令其低壓管接於搬運車上之低壓管道上，即形成一機動式擠奶設備。其低壓泵及低壓平衡箱如圖二，機動式擠奶機全貌如圖三、圖四所示。本機為三輪式，引擎動力3馬力，轉速為1300 r. p. m，機體之長×寬×高=1.8 m×0.85 m×1.7 m。



圖二、低壓泵及低壓平衡箱。



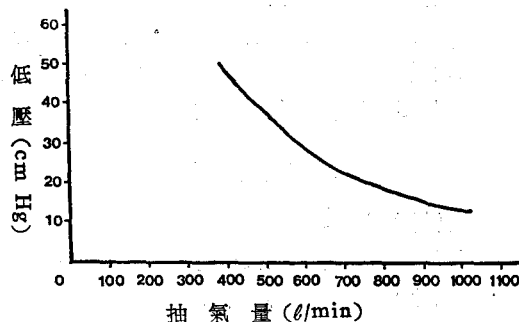
圖三、未掛奶桶之機動式擠奶機。



圖四、機動式擠奶機全貌。

##### 2.低壓泵抽氣特性曲線之測定

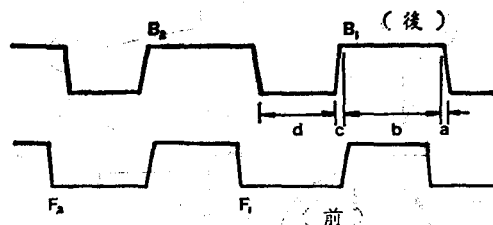
低壓泵為日製 Orion 型式，其轉速約1200~1500 r. p. m，其抽氣特性曲線經測定後如圖五所示。但機動式擠奶機之低壓恒保持於36 cm Hg，此時其抽氣量為520 l/min。



圖五、低壓泵抽氣特性曲線

##### 3.脈衝圖形，脈衝數及吸鬆比之計算

機動式擠奶機之脈衝器為封閉式脈衝器（日製 Orion 型式），其脈衝圖形經脈衝記錄器測定後如圖六所示。



圖六、脈衝圖形

圖中 a: 低壓建立之時間

b: 低壓維持之時間

c: 低壓消失之時間

d: 無低壓之時間

$$\text{吸鬆比 } p = \frac{a+b}{a+b+c+d}$$

由脈衝圖形配合紙帶之速度可求得本機動式  
搾奶機之兩個低壓連接管〔前面(F)及後面(B)]  
，其吸鬆比各為

F (前) : 55.33% , B (後) : 57.81%。

脈衝數經測定後得知為 48 次/分。

(二)機動式搾奶機之搾奶實驗

實驗時間：民國72年1月27日至29日。

實驗地點：國立中興大學畜牧系牧場。

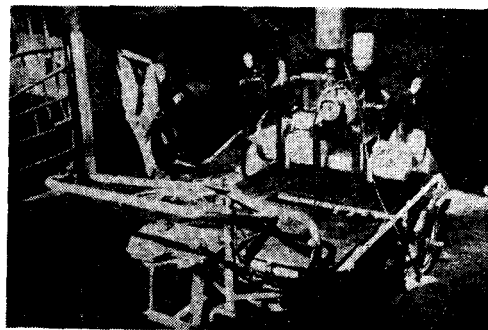
實驗牛隻之選擇，由於畜牧場目前搾奶之牛隻  
只有 7 隻，故隨機抽樣三隻作為機動式搾奶機試驗  
之樣本。搾奶工作進行之情形如圖七、圖八、圖九  
所示。由於乳牛在搾奶時需餵飼精飼料，因之，仍  
以平時搾奶之位置進行搾奶；而將搾奶桶之低壓管  
接於機動式搾奶機所產生之低壓管道上，如此，當  
機動式搾奶機運轉以後，就可產生恒定之低壓 (36  
cm Hg) 及脈衝 (48 次/分)。



圖七、套上吸奶杯。



圖八、機動式搾奶機工作情形。



圖九、機動式搾奶機工作情形。

1.產奶量之分析

所有牛隻從72年1月24日至29日之產奶量如  
表一所示。

表一 各牛隻產奶量統計表(單位：公斤)

日	期	牛 隻 編 號						
		1	44	60	59	62	69	70
72. 1. 24	上午	7.0	7.6	14.6	14.2	7.0	9.6	8.8
	下午	2.6	3.8	6.6	5.8	3.0	3.4	4.4
72. 1. 25	上午	6.8	7.0	14.8	14.0	7.2	9.4	9.0
	下午	2.6	4.0	6.4	5.6	3.4	4.0	4.6
72. 1. 26	上午	6.6	7.0	13.6	14.0	6.8	9.6	8.6
	下午	2.0	4.0	6.2	6.2	3.4	3.4	4.4
72. 1. 27*	上午	7.0	7.0	13.0	14.0	7.2	9.4	8.6
	下午	2.8	4.4	6.0	5.8	3.2	3.6	4.4
72. 1. 28*	上午	6.8	5.4	11.8	13.4	7.0	9.6	9.2
	下午	3.4	4.2	6.0	6.0	3.5	4.0	4.2
72. 1. 29*	上午	7.6	7.2	14.2	13.6	6.8	9.0	8.6
	下午	3.0	4.2	6.6	6.4	3.6	4.2	4.2

\*：機動式搾奶機搾奶之牛隻(實驗組)。  
\*\*：傳統式搾奶設備搾奶之牛隻(對照組)。  
#：機動式搾奶機實驗日期。

表一中 1 月 24 日至 26 日之產奶量為傳統式搾奶設備之搾奶結果。茲就實驗組與對照組之產奶量分別分析及討論之：

(1) 實驗組 (牛隻編號 1 號, 44 號, 60 號) 之產奶量分析

將實驗日期 (72 年 1 月 27 日至 29 日三天) 與前三天的產奶量各求其平均值列於表二。

表二、實驗組牛隻之產奶量 (單位：公斤)

因子 (處理方式)	牛 隻 編 號		
	1	44	60
傳統式搾奶 (72. 1. 24~26)	4.6	6.2	10.4
機動式搾奶 (72. 1. 27~29)	5.1	5.4	9.6

將以上資料代入變異數分析表 (表三), 可得到表四之結果。

表三、變異數分析表

原 因	平方和	自 由 度	不 偏 變 異 數	F	$F_{0.05} (0.10, F_{0.25})$
因 子	$Q_A$	$f'_1 = k - 1$	$V_A = Q_A / (k - 1)$	$F_1 = V_A / V_R$	由 $f'_1, f_2$ 查表可得
集 區	$Q_B$	$f''_1 = \ell - 1$	$V_B = Q_B / (\ell - 1)$	$F_2 = V_B / V_R$	由 $f''_1, f_2$ 查表可得
誤 差	$Q_R$	$f_2 = (k - 1)(\ell - 1)$	$V_R = Q_R / (k - 1)(\ell - 1)$		
總 和	$Q_T$	$N - 1$			

表中  $Q_T$  (總平方和) =  $Q_A$  (因子之平方和) +  $Q_B$  (集區之平方和) +  $Q_R$  (誤差之平方和)

$k$ : 因子個數

$\ell$ : 集區個數

$N = k \times \ell$

$$Q_T = \sum_i \sum_j X_{ij}^2 - \frac{T^2}{N}$$

$$Q_A = \frac{1}{\ell} \sum_i T_i^2 - \frac{T^2}{N}$$

$$Q_B = \frac{1}{k} \sum_j T_j^2 - \frac{T^2}{N}$$

$$Q_R = Q_T - Q_A - Q_B$$

表四、實驗組牛隻產奶量之變異數分析表

原 因	平方和	自 由 度	不 偏 變 異 數	F	$F_{0.01}$	$F_{0.05}$	$F_{0.10}$	$F_{0.25}$
處理方式	0.19	1	0.19	0.7	98.49	18.51	8.53	2.57
牛隻編號	29.8	2	14.90	55.5	99.00	19.00		
誤 差	0.54	2	0.27					
總 和	30.53	5						

假設  $H_1$ : 處理方式與產奶量間無差異

$H_2$ : 牛隻編號與產奶量間無差異

結果  $F_1 = 0.7 < F_{0.25} < F_{0.10} < F_{0.05} < F_{0.01}$ , 承認  $H_1$ , 故知處理方式 (傳統式搾奶或機動式搾奶) 對乳牛之產奶量無明顯之差異。

$F_{0.05} < F_2 (= 55.5) < F_{0.01}$ , 故知牛隻編號之不同對產奶量在 1% 顯著水準下無明顯差異, 但在 5% 顯著水準下有明顯地差異。此差異純屬牛隻之個別差異, 與機動式搾奶機之搾奶效果並無關係。

(2)對照組 (牛隻編號59號、62號、69號、70號) 之產奶量分析

因對照組處理方式只有一種，故仍採用前、後三天的產奶量平均值，以便與實驗組對照之。其產奶量列於表五，其變異數分析表列於表六。

表五、對照組牛隻之產奶量 (單位：公斤)

因子 (處理時間)	牛 隻 編 號			
	59	62	69	70
72. 1. 24~26	10.0	5.1	6.6	6.6
72. 1. 27~29	9.9	5.2	6.6	6.5

表六、對照組牛隻產奶量之變異數分析表

原 因	平方和	自由 度	不 偏 變 異 數	F	F <sub>0.01</sub>	F <sub>0.05</sub>	F <sub>0.10</sub>	F <sub>0.25</sub>
時 間 因 子	0.003	1	0.003	0.75	34.12	10.13	5.54	2.02
牛 隻 編 號	24.284	3	8.094	2023.5	29.46	9.28		
誤 差	0.013	3	0.004					
總 和	24.300	7						

假設 H<sub>1</sub>：時間因子與產奶量間無差異

H<sub>2</sub>：牛隻編號與產奶量間無差異

結果 F<sub>1</sub>=0.75<F<sub>0.25</sub><F<sub>0.10</sub><F<sub>0.05</sub><F<sub>0.01</sub>，承認 H<sub>1</sub>，故知時間因子 (前三天或後三天擠奶) 對擠奶量無明顯地差異。

F<sub>2</sub>>F<sub>0.01</sub>，拒絕 H<sub>2</sub>，故知對照組之牛隻編號不同，對產奶量在 1% 顯著水準下有明顯地差異。此差異亦純屬牛隻之個別差異。

#### 2. 牛隻之反應

機動式擠奶機之實驗，為了配合乳牛之擠奶習慣，因之，無法讓乳牛直接靠在機動式擠奶機旁擠奶，而是利用此整套設備，而讓乳牛仍在平時之固定牛舍內擠奶 (因為此時必需餵精飼料)，只是使擠奶機儘量靠近乳牛。根據三天之實驗觀察結果顯示，乳牛對於此種機動式擠奶機之擠奶方法並無任何不良反應 (害怕或不安現象)，對於引擎產生之噪音似乎有些不習慣。

#### 3. 機動式擠奶機之問題

機動式擠奶機之低壓均能保持於 36 cm Hg，引擎馬力只有 3 馬力，似嫌不足，且機動式擠奶機為舊式之伍式搬運車改裝而成，引擎所產生之震動及噪音似嫌太大。如果採用新型的搬運車，則上項缺點可避免。再配合訓練乳牛，使其能適應此種新方式之擠奶，則當乳牛機動放牧時，可以藉此機動式擠奶機而到達放牧區從事乳牛之擠奶作業，有助於牧場之管理，勞力之節省。

#### 四、擠奶機之使用管理及奶杯問題

##### (一) 擠奶機之使用管理

須按正確之使用管理手冊行之，以避免乳牛感染乳房炎，且可延長機械使用壽命。

##### (二) 奶杯之問題

目前酪農使用之奶杯橡皮，每組售價約新臺幣 1500 元，且均自國外進口，每隔 4~6 個月就需更換之，不但費事且又不經濟。如何解決本省擠奶機橡皮奶杯之普遍供應及合理價格等問題，實為當務之急。本計畫謹就酪農方面，學術研究機構方面，政府政策方面等分析其解決之道。

##### 1. 酪農方面：

目前酪農使用擠奶機，大多數均未按正確之使用管理方法行之，因之，造成許多無謂的損失。今將正確的奶杯使用法略述於后：

(1) 每次擠奶完畢，先用溫水沖洗擠奶機。

(2) 將奶杯橡皮，橡皮墊，奶管拆下，以 80°C ~85°C 之熱水加適量清潔劑，以刷子刷洗之，防止乳垢之附着。

(3) 用 80~85°C 之熱水將殘留之清潔劑沖洗乾淨。

(4) 將奶杯等掛在陰涼處，將水滴乾。

(5) 每套奶杯可準備兩組奶杯橡皮，交互使用。使用一週後拆下，清洗消毒後置入電冰箱或陰涼無灰塵處，將準備的另一組取出使用，每週更換一次。交互使用可以延長奶杯橡皮的使用壽命達 10~15

乳，並使奶杯橡皮保持良好的衛生條件。今後應多開「搾奶機講習班」，灌輸酪農有關知識，使酪農均能按正確之使用管理方法來使用搾奶機。

#### 2. 學術研究機構方面：

由於本省現有之奶杯均自國外進口，因之售價偏高，酪農每年更換2~3次，亦是一項負擔。本計畫提出如下構想，以期達到本省自製奶杯之目的。

(1) 分析現有奶杯之材料特性（如耐牛奶之侵蝕性、抗拉性、橡膠老化特性等）。

(2) 依現有奶杯之材料特性，取不同之化工材料，以不同比例製成若干組奶杯。

(3) 將製成之若干組奶杯分為二部份，第一部份在實驗室進行模擬試驗，求取最能適用於搾奶作業之最佳奶杯。

(4) 第二部份為田間試驗，將製成之奶杯分別同時對乳牛進行搾奶試驗，定時分析各組奶杯之使用情形，奶杯橡皮之老化情形，求取最耐久最適用之奶杯。

(5) 比較模擬試驗及田間試驗之結果，求取最佳之奶杯設計條件。

(6) 大量生產此種最佳之奶杯。

#### 3. 政府政策方面：

1. 目前搾奶機廠牌太雜，計有九家，使酪農選用搾奶機有無所適從之感。政府應輔導最適用於本省酪農之廠商 2~3 家，鼓勵其彼此競爭，以提高品質，並建立完善之售後服務網。

(2) 積極鼓勵研製適用於本省之奶杯橡皮，並鼓勵 2~3 家廠商大量生產規格化之奶杯，以解決奶杯昂貴，使用壽命短之問題。

(3) 加強酪農對搾奶機使用管理之認識，以正確之方法使用搾奶機，減少無謂之損失。

## 五、建議

對今後搾奶機作業之改良，作如下之建議：

#### (一) 機動式搾奶機方面：

1. 所使用引擎動力需在 5 馬力以上，在低壓泵及引擎動力輸出皮帶輪之間需加裝一離合器，且應儘量減少震動及噪音。

2. 為求適應本省坡地之牧場放牧，搬運車應採用履帶式或四輪驅動式，且須裝安全裝置。

3. 從小就要訓練牛隻，使其能適應此種機動式搾奶設備的搾奶方法。

#### (二) 奶杯方面：

配合酪農之正確使用，學術研究機構之研究及政府之積極支援，始可使奶杯問題早日獲得解決。

## 六、謝誌

本計畫原為本系彭珈琍教授所提，在彭博士出國期間，由筆者代為執行，承乳業發展小組經費支援，本校畜牧系慨允借用實驗場地及牛隻，吳良坤先生協助實驗及資料整理等，始克完成，謹於此致萬分之謝忱！

## 七、參考文獻

1. 彭珈琍，1976，牛奶的收穫及處理機械，與大農機系。
2. 彭珈琍，1980，吸奶機檢定之商榷，與大農機系。
3. 陳煥南，搾乳機與牛奶收穫之管理，臺灣省畜產試驗所新竹分所。
4. Thiel, L. L.; G. A. Mein, Action of the Cluster During Milking.
5. Thompson, P. D; S. B. Spencer, 1977, Machine Milking Systems, ASAE.
6. Thompson, P. D; W. D. Shultze, 1976, Mastitis Infection from Abrupt Loss of Milking Vacuum, Journal of Dairy.

專營土木、水利、建築等工程

文 豐 土 木 包 工 業

地址：高雄縣大寮鄉三隆村 138 號