國立台灣師範大學生命科學系碩士論文

探討台灣映山紅組杜鵑的親緣關係

The phylogenetic study of *Rhododendron* sect. *Tsutsusi* in Taiwan

研究生：鄭杏倩

Hsin-Chien Cheng

指導教授：王震哲 博士

Dr. Jenn-Che Wang

中華民國九十八年一月

國立臺灣師範大學學位論文授權書

本授權書所授權之論文為授權人在國立臺灣師範大學 生命科學系 研究所 97 學年度第 1 學期取得 碩 士學位之論文。

論文題目：探討台灣映山紅組杜鵑的親緣關係

指導教授：王震哲教授

授權事項：

一、 授權人 ■同意 □不同意 非專屬**無償授權本校及國家圖書館**將上列論文資料以微縮、數位化或其他方式進行重製，並可上載網路收錄於本校博碩士論文系統、國家圖書館全國博碩士論文資訊網及臺灣師範校院聯合博碩士論文系統，提供讀者基於個人非營利性質之線上檢索、瀏覽、下載、傳輸、列印或複印等利用。

二、 論文全文電子檔上載網路公開時間：【第一項勾選同意者，以下須擇一勾選】

□ 即時公開

■ 自 100 年 2 月 1 日始公開。

授權人姓名：鄭杏倩 （請親筆正楷簽名）

學 號：695430012

註：1. 本授權書須列印並簽署兩份，一份裝訂於紙本論文書名頁，一份繳至圖書館辦理離校手續。

2. 授權事項未勾選者，分別視同「同意」與「即時公開」。

中 華 民 國 98 年 2 月 5 日

國立臺灣師範大學生命科學系碩士論文通過簽名表

系所別：生命科學系

姓名：鄭杏倩　　　　　　　學號： 695430012

碩士論文題目：探討台灣映山紅組杜鵑的親緣關係

The phylogenetic relationship study of *Rhododendron* sect. *Tsutsusi* in Taiwan

經審查合格，特予證明

論文口試委員

黃士穎 黃士穎　博士
國立台灣師範大學生命科學系教授

胡哲明 胡哲明 博士
國立台灣大學生態學與演化生物學研究所副教授

王震哲 王震哲 博士
國立臺灣師範大學生命科學系教授
論文指導教授

系主任（所長）簽章：張永達

中 華 民 國 98 年 1 月 16 日

目次

附表目次

附圖目次

中文摘要

台灣的映山紅組杜鵑花（*Rhododendron* sect. *Tsutsusi*），約十個物種，外表形態上皆極為相近。這些形態相近的類群中，除了唐杜鵑（*R. simsii*）之外，都屬於台灣特有種，許多例子指出，物種在新形成的年輕島嶼中常有快速演化，進而種化的現象。台灣的映山紅組杜鵑花特有種的比例如此高，加上台灣屬於年輕型島嶼，推測這些形態極為相近的杜鵑可能是近期快速演化的結果。本研究利用母系遺傳之葉綠體基因 *mat*K 和 *trn*K 的內顯子（intron）片段以及核基因 *RPB2-i* intron 2 和 ITS 片段，探討台灣產杜鵑花屬映山紅組植物的親緣關係及演化歷史。

葉綠體基因 *mat*K 和 *trn*K intorn 片段建構的親緣關係圖結果，將台灣映山紅組杜鵑花歸為主要的三群；*RPB2-i* intron 2 片段建構的基因樹將十種杜鵑花歸為主要的兩大群，此片段中除了 *R. oldhamii* 以外，其他種類 *RPB2-i* 基因片段都帶有兩個 copies 的現象，且 *R. rubropilosum* 的不同 copy 分別歸到不同的兩個大群中；而 ITS 片段所建構的親緣關係圖在本組杜鵑中無解析力。以上親緣關係結果、加上 *R. rubropilosum* 的遺傳歧異度最高，再加上共祖時間的計算比較，確認 *R. rubropilosum* 為一雜交起源種。

利用葉綠體以及多 copy 的核基因片段，本研究最後將台灣映山紅組的十種杜鵑花歸為四群：第一群包含 *R. simsii*、*R. longiperulatum*、*R. nakaharai*、*R. kanehirai* 和 *R. noriakianum*；第二群包含 *R. taiwanalpinum*、*R. breviperulatum* 和 *R. lasiostylum*；第三群為 *R. oldhamii*；第四群為 *R. rubropilosum*，此結果與 Yamazaki(1996)形態分類研究結果比較，除了 *R. rubropilosum* 在本研究中發現為一獨立的雜交起源種之外，其他物種的親緣關係與其形態的歸群結果相吻合，因此配合分子研究的結果，更能詳盡的解釋台灣映山紅組杜鵑花的親緣關係。

最後，以本研究結果推測台灣映山紅祖杜鵑花可能有三個以上的來源，但由於未蒐集到此組分布在鄰近地區的物種，所以此推測的證據並不足。未來若想要探討台灣映山紅組杜鵑花的更詳盡的演化歷史，應詳盡蒐集此組杜鵑花所有的物種以及使用，才能更進一步的了解台灣映山紅組杜鵑花起源與分化。

English abstract

Rhododendron sect. *Tsutsusi* in Taiwan comprises of 10 species. These species are very similar morphologically and are all endemic except *R. simsii*. Many examples point out that rapid evolution and subsequent speciation are often occurred on newly formed island. The endemic feature of these species and the newly formed island feature of Taiwan suggest that *Rhododendron* sect. *Tsutsusi* in Taiwan may be a result of fast evolution. This study uses cpDNA *mat*K and *trn*K intron sequences and nuclear DNA *RPB2-i* intron 2 and ITS sequences to investigate the phylogenetic relationship of these closely related species .

Phylogeny tree constructed by *mat*K and *trn*K intron sequence shows three major groups; and which constructed by *RPB2-i* intron 2 sequence shows two major groups. The author discovers that *RPB2-i* sequences of all species have two copies except *R. oldhamii*, besides, different copies of *R. rubropilosum* are separately grouped into two different groups. However, phylogenetic tree constructed by ITS sequences is not well resolved. From the results above, the highest genetic diversity of *R. rubropilosum,* and the comparison of coalescent time together, the author infers that *R. rubropilosum* is a hybrid origin.

Combine the phylogenetic results of cpDNA *trn*K-*mat*K intron and low copy number *RPB2-i* intron 2 sequenses, *Rhododendron* sect. *Tsutsusi* in Taiwan can be classified into four groups: the first group comprises of *R. simsii, R. longiperulatum, R. nakaharai,R. kanehirain,* and *R. noriakianum*; the second group comprises of *R. taiwanalpinum, R. breviperulatum*; and *R. lasiostylum*; the third group comprises of *R. oldhamii*; and the last group comprises of *R. rubropilosum*. Phylogenetic relationship based on molecular data is coincident with the morphological treatment, except *R. rubropilosum*. Therefore, the results based on molecular data can unmask more inconspicuous information to infer the phylogenetic of *Rhododendron* sect. *Tsutsusi* in Taiwan.

Finally, based on the results, the author speculates there may be at least 3 independent origins of these closely related species. However, the author cannot ascertain that the speculation is accurate since the lack of samples of *Rhododendron* sect. *Tsutsusi* . Therefore, collecting more samples and using more sensitive markers in the future are necessary to study more about the origin and the divergence of *Rhododendron* sect. *Tsutsusi* in Taiwan.

一、前人研究

（一）杜鵑花屬以及映山紅組杜鵑花的背景資料

杜鵑花屬（*Rhododendron*）是杜鵑花科（Ericaceae）最大的屬，廣泛分佈於歐洲、亞洲、北美洲，東亞和南亞是兩個分佈中心（Hsu, 1973）。Good（1953）認為目前世界杜鵑花屬植物是由喜馬拉雅山系起源，分別往 3 個方向拓展：第一個方向往西，經由西亞，南歐，一直到葡萄牙；第二個方向往南，經由印度，馬來西亞，到緬甸、泰國、中國，再延伸到爪哇、婆羅洲、菲律賓、和新幾內亞；第三個方向往東經由東亞和東北亞到台灣、日本，甚至延伸至北美洲。

杜鵑花屬也是中國和喜馬拉雅植物區系中最大的一屬，此屬種類約有 900 種，但有些學者認為甚至有更多種（何, 1994），造成分類意見差異的因素可能是因為杜鵑花很容易有雜交種的出現（Richard *et al*., 1999, 2003）。雜交頻繁導致形態變異高，物種區分不易，這種現象可由杜鵑花有許多人工培育的園藝種現象看得出來。

中國植物志依據 Sleumer（1949）的系統概念和 Gray 的觀點（1878），將大陸和台灣地區的杜鵑花屬分為九個亞屬，其中映山紅亞屬（Subgen. *Tsutsusi*）底下的映山紅組（Sect. *Tsutsusi*）包含了 80 幾個物種。Yamazaki（1996）針對日本、台灣、韓國以及俄國東部的庫頁島的杜鵑花屬植物進行訂正，台灣的映山紅組杜鵑花在 Yamazaki 的分類處理中，屬於映山紅亞屬中的映山紅組，與中國植物志的處理一致，然而若再將此組杜鵑花細分，台灣映山紅組杜鵑花又分屬於不同的亞組當中（表一）。台灣植物誌（Flora of Taiwan）第一版依據 Li（1978）之觀點，將台灣的映山紅組杜鵑花處理為十個類群（表一），其包含 *R. simsii*、*R. longiperulatum*、*R. nakaharai*、*R. noriakianum*、*R. kahenirai*、*R. rubropilosum*、*R. taiwanalpinum*、*R. breviperulatum*、*R. lasiostylum* 以及 *R. oldhamii*，然而在台灣植物誌第二版中依據 Lu & Yang（1998）的處理，此組杜鵑僅有七個類群，包括六個種其中包含兩個變種，與台灣植物誌第一版的處理的不同在於

R. longiperulatum 和 *R. nakaharai* 在台灣植物誌第二版中被處理為 *R. simsii* 之同物異名，*R. lasiostylum* 為 *R. breviperulatum* 之同物異名，*R. taiwanalpinum* 為 *R. rubropilosum* 下的變種 *R. rubropilosum* var. *taiwanalpinum*。

由以上可見，各分類學者對台灣映山紅組杜鵑花的分類地位的觀念不一致，這可能是因為此組杜鵑花在種間形態差異不明顯有關。本研究中採取最細的分類群基準進行採樣以及分析，希望可以將所有可能為映山紅組杜鵑的類群都囊括在本研究中，因此使用台灣植物誌第一版所處理的的映山紅組杜鵑共十個分類群為基準（表一）。

此外，台灣植物誌遺漏之 *R. tashiroi*，其形態介於映山紅亞屬的映山紅組和輪生葉組（Sect. *Brachycalyx*）之間，Sleumer（1949）將其單獨成立為假映山紅組（Sect. *Tsutsiopsis*），Yamazaki（1996）則將其置入輪生葉組，依據 Kurashige *et al*.（2001）利用葉綠體 *mat*K 和 *trn*K 內含子（intron）片段和 Gao *et al.*（2002）利用 nrITS（nuclear Internal Transcribed Spacer）對於杜鵑花分類系統關係的研究，若排除 *R. tashiroi* 後，映山紅組為一個支持度高的單系群，且 Gao *et al.*（2002）依據分子證據之結果支持 Yamazaki 之觀點，將 *R. tashiroi* 置入輪生葉組。以上顯示 *R. tashiroi* 與映山紅組杜鵑形態上和分子上皆極為相近，為其姊妹群，因此在本研究中以 *R. tashiroi* 當外群。

表一.　台灣映山紅組（Sect. *Tsutsusi*）杜鵑花種類列表。Yamazaki（1996）與本研究所使用的 Li（1978）之物種名稱對照表。

<table>
<tr><td colspan="3">Yamazaki（1996）分類系統</td><td rowspan="2">Li（1978）</td><td rowspan="2">Lu & Yang（1998）</td></tr>
<tr><td>Subsection</td><td>Series</td><td>Taxa</td></tr>
<tr><td rowspan="4">Corrifolia</td><td rowspan="4">Coriifolia</td><td>R. taiwanalpinum Ohwi</td><td>R. taiwanalpinum Ohwi</td><td>R. rubropilosum Hayata var. taiwanalpinum (Ohwi)</td></tr>
<tr><td>R. rubropilosum Hayata var. rubropilosum</td><td>R. rubropilosum Hayata</td><td>R. rubropilosum Hayata var. rubropilosum</td></tr>
<tr><td>R. rubropilosum Hayata var. breviperulatum (Hayata) Yamazaki</td><td>R. breviperulatum Hayata</td><td rowspan="2">R. breviperulatum Hayata
（R. lasiostylum Hayata 為同物異名）</td></tr>
<tr><td>R. rubropilosum Hayata var.grandiflorum Yamazaki</td><td>R. lasiostylum Hayata</td></tr>
<tr><td>Scabra</td><td></td><td>R. oldhamii Maxim.</td><td>R. oldhamii Maxim.</td><td>R. oldhamii Maxim.</td></tr>
<tr><td rowspan="5">Tsutsusi</td><td rowspan="3">Tsutsusi</td><td>R. kanehirai Wilson</td><td>R. kanehirai Wilson</td><td>R. kanehirai Wilson</td></tr>
<tr><td rowspan="2">R. nakaharai Hayata
（ R. longiperulatum Hayata 為同物異名）</td><td>R. nakaharai Hayata</td><td rowspan="3">R. simsii Planch</td></tr>
<tr><td>R. longiperulatum Hayata</td></tr>
<tr><td>Kaempferia</td><td>R. simsii Planchon</td><td>R. simsii Planchon</td></tr>
<tr><td>Serpyllifolia</td><td>R. noriakianum T. Suzuki</td><td>R. noriakianum T. Suzuki</td><td>R. noriakianum T. Suzuki</td></tr>
</table>

（二）杜鵑屬之分子研究

1. 緒言

Goetsch *et al.*（2005）利用核 *RPB2-i* 基因序列研究杜鵑花屬下不同亞屬間的關係，探討依據外表形態所認定的亞屬是否為一單系群（monophyly），研究顯示，映山紅亞屬的關係雖最為相近，但此亞屬並非自成一群的單系群，然而 Kurashige *et al.*（2001）利用 *mat*K 和 *trn*K 的內含子片段研究杜鵑花屬內不同亞屬以及不同組間的關係，顯示映山紅亞屬為一單系群，且其下的映山紅組也為一單系群。

此外，有關台灣杜鵑花的相關研究也有很多，在親緣關係以及種間區分的探討上，蔡等人（1999）利用 nrITS 片段探討台灣映山紅組種間區分，發現台灣灌木類的杜鵑 *R. oldhamii*、*R. kanehirai*、*R. lasiostylum*、*R. nakaharai*、*R. longiperulatum*、*R. simsii* 和 *R. rubropilosum* 序列相似，僅有 1-2 個核苷酸差異，顯示 nrITS 在此組杜鵑花中序列相似性很高，種間的界線不清楚。Tsai *et al.*（2003）同樣利用 nrITS 序列探討台灣原生種杜鵑的遺傳組成的關係，將上述的物種再加上 *R. taiwanalpinum*，*R. breviperulatum* 歸為一大群，顯示台灣映山紅組杜鵑花是極為相似的類群。黃&徐（2001）利用葉綠體 *trn*F-*trn*L 核酸序列探討台灣八種杜鵑花枝分子親緣關係，台灣映山紅組杜鵑 *R. oldhamii* 和 *R. kanehirai* 的親緣關係較近。范等人（2003）利用 RAPD（random amplified polyomrphic DNA）分析方法，評估台灣其中 11 種杜鵑的遺傳距離，研究結果顯示不同地區所採集的 *R. oldhamii* 遺傳距離小且同種歸在一起，而 *R. simsii*、*R. kanehirai*、*R. noriakianum*、*R. rubropilosum* 和 *R. breviperulatum* 另為一群遺傳距離相近的物種。Gao *et al.*（2002）利用 nrITS 序列探討杜鵑屬映山紅亞屬的組間關係，台灣映山紅組杜鵑花 *R. oldhamii*、*R. lasiostylum*、*R. longiperulatum*、*R. simsii*、*R. breviperulatum* 與大陸映山紅組杜鵑花 *R. kaempferi* 以及 *R. kiusianum* 間無解析力，共同為一支持度很高的類群，此結果與上述研究結果相比較，台灣映山紅組杜鵑的關係與鄰近地區的映山紅組杜鵑在 nrITS 資料中無明顯種間差異。

由以上有關台灣映山紅組杜鵑花的分子實驗結果種間的區分不易，可以與此組杜鵑花在形態上極為相似之特徵相印證，此外，上述研究中不管使用哪一種標記做研究，在台灣映山紅組杜鵑花的種類蒐集上都不夠完全，因此本研究會再針對此做更詳盡的物種蒐集。

2. 葉綠體 DNA（chloroplast DNA: cpDNA）以及核 DNA（nuclear DNA）在探討親緣關係上的應用

自1990年代以來，在探討物種間的親緣關係時，分子資料即扮演很重要的角色（Wendel & Doyle, 1998）。使用植物細胞核以及葉綠體的基因體（genome），兩者常建構出不一致的物種關係（Goncalves *et al*., 2007），當不一致的狀況發生時，代表所選的片段顯示物種不同方面的演化歷史，葉綠體片段主要可以追溯母本的物種，而核片段可以提供父本和母本雙方的資訊（Wendel & Doyle, 1998）。在植物物種演化的過程中，除了同物種內，因環境和時間而漸變的的演化之外，網狀演化（reticulate evolution），也扮演很重要的角色，不同種類之間，甚至不同屬的植物都有可能藉由雜交而產生有生殖能力的子代，同屬內相近物種雜交情況則更加普遍。核基因通常是雙套，雙系遺傳，而雜交後代常同時帶有兩親本的基因型（genotype），所以可藉由核基因研究，補足葉綠體片段無法呈現的親緣關係資訊。

因此，欲探討物種的演化歷史以及物種間的親緣關係，葉綠體以及核DNA片段都應該使用，本研究呈上述前人分子研究中在杜鵑花屬植物所使用葉綠體*mat*K和*trn*K的內含子片段和核基因ITS及*RPB2-i*內含子片段，分別對這三種片段做比較與簡介：

葉綠體 DNA: *mat*K-*trn*K

葉綠體序列的應用範圍很廣，在種或是種階級以上，不同片段的解析力各有不同，因此常被拿來做親緣關係的探討（Sharma & Sharma, 2005）。一般而言，葉綠體基因體的演化速度較核基因體的演化速度慢，因此在探討較低階的親緣關係上常有解析力不足的情況。然而，葉綠體基因體在大部分的植物中為單套、母系遺傳，此特性使的葉綠體 DNA 片段在親緣關係的應用上較核 DNA 片段單純。

Kurashige *et al.*（2001）使用葉綠體 *mat*K 和 *trn*K 內含子片段探討杜鵑花屬內各亞屬間的親緣關係上的解析力高，因此本研究選用此片段當做葉綠體 DNA 的分子標記，探討台灣映山紅組杜鵑花的親緣關係。

核 DNA: nuclear ribosomal internal transcribed spacer（nrITS）

rDNA 是核的片段，來自親本雙方，其結構如圖三所示。18S，5.8S 和 26S 在植物的基因體中是很保守的區域，而介於期間的 ITS 部分演化速度則較快，因此常使用在較低階層的親緣關係探討中。rDNA 在植物體中可以有幾千次 repeats，為數眾多的重複片段使 rDNA 在植物的基因體約佔 10%（Soltis *et al.*, 1998），而個體內不同的拷貝（copy）間經由協同演化（concerted evolution）機制（例如：基因轉變 gene conversion，不平等互換 unequal crossing over...等等），使不同拷貝的序列會漸漸趨向一致（Soltis *et al.*, 1998），此特性也適合在親緣關係的研究上應用。

然而近幾年的研究發現，許多物種其rDNA的協同演化並不完全，可能有更複雜的機制，所以在個體內看到不同拷貝間的序列存有差異。特別是在雜交的物種，由於協同演化沒有完全將兩親本提供的ITS序列同質化（homogenization），因此同個個體內常可以找到兩類不同的序列分別來自於兩親本。Kim *et al.*（2008）發現蓼科植物中sect. *Eupersicaria*，葉綠體DNA與nrITS所建構的親緣關係樹型圖不一致，作者再配合染色體數目，形態特徵以及地理分佈等資訊，發現其中的10個物種的起源是經由種間雜交產生。Moody *et al.*（2002）利用nrITS序列發現北

美洲入侵種Watermilfoil（*Myriophyllum*屬）同時帶有當地原生物種以及入侵種的ITS片段。以上的特性，又使得nrITS成為一個方便且有力的材料來看雜交問題。

核 DNA: *RPB2-i* 內含子 2

近來，*RPB2* 基因應用在很多物種的親緣關係探討上，Popp *et al.*（2008）即利用 *RPB2* 基因序列和其他片段對非洲石竹科（Caryophyllaceae）物種 *Eurasian lychnis* 的起源關係作討論。

RPB1 以及 RPB2 分別是 RNA polymerase II 的最大以及次大的次單元（subunit），且在真菌、動物，以及一些種類的植物中是單套的（Luo *et al*., 2007）。但在許多開花植物當中，*RPB2* 基因序列卻有兩套拷貝的情形（Oselman *et. al*., 2004; Pfeil *et al*., 2004）。Luo *et al.*（2007）使用 APG（Angiosperm Phylogeny Group）II 系統，發現 *RPB2* 基因在核心真雙子葉植物（core eudicot）演化初期已經發生複製（duplication）（*RPB2-i* 以及 *RPB2-d*），除此之外，在不同類群當中，*RPB2-i* 以及 *RPB2-d* 還分別持續進行複製事件，有些類群最後會保留其複製品（duplicate），有些類群的複製品則消失，但杜鵑花科植物並沒有發現此兩拷貝還分別進行複製事件（Luo *et al*., 2007），故本研究使用此片段。此外，Goetsch *et al.*（2005）曾針對杜鵑花科 *RPB2-i* 序列設計專一性的引子，對杜鵑花屬親緣關係探討提供很大的便利。

（三）台灣的生物地理

台灣的地質年代相當年輕，據估計，台灣經由歐亞大陸板塊以及菲律賓海板塊擠壓隆起的時間約在距今兩百五十萬年前，大約是第三紀上新世（Tertiary-Pliocene）與第四紀更新世（Quaternary-Pleisotocene）的交界時間（沈，1996），自此之後，地球反覆出現許多次的冰期以及間冰期，陸上的植物隨著氣溫的變化，南北移動或者是經由陸橋東西遷移。台灣地處中國大陸東南緣，與大陸之間僅隔著深度小於 200 公尺的台灣海峽，在冰河時期，大陸棚露出形成天然

的陸橋，使植物有機會由中國大陸播遷進入台灣，而間冰期時，台灣又與大陸阻隔，使進入台灣的物種與大陸的物種產生分化。在這反覆的冰期與間冰期的循環下，物種不斷的進入以及不斷的產生分化，使得台灣目前的植物種類多樣且複雜。然而，在第四紀兩百五十萬年的時間尺度下，未有足夠時間讓台灣與大陸地區物種產生較高層級的分化，因此分化的程度以種、亞種階級為主（沈，1997）。

由於地理隔離之因素，島嶼的形成常伴隨著物種的快速種化，進而與來源地區的物種產生分化而使島嶼上的特有種比例高的現象（Hatushima, 1980），以台灣為例，特有種占維管束植物的 25%左右，其中映山紅組杜鵑花除了 *R. simsii* 為廣分佈種之外，其他九的類群皆為特有種。位於北非西北部大西洋上的 Canary Islands 包含 7 個島嶼，地理位置近非洲大陸，此群島第三紀晚期曾與地中海附近陸塊相連，因此地中海附近提供此群島上動植物的來源，有研究指出，在此群島上的菊科植物伴隨著微棲地的不同，有快速適應演化的現象（Javier *et al*., 1995）；愛琴海列島彼此之間以及與大陸之間的隔離時間大約在五百二十萬年前左右，作者利用生長在島嶼上且與鄰近大陸地區已產生分化的毛茛科 *Nigella* 屬的物種進行研究，希望了解到底是遺傳漂變（genetic drift）還是選天澤（natural selection）何者才是主要因素造成此分化現象（Comes *et al*., 2008）；此外，位於太平洋中央屬於海洋性島嶼的夏威夷群島上的菊科植物為例，北美洲的兩親本物種經過雜交後在夏威夷群島形成新的物種（Barrier *et al*., 1999），上述的例子皆顯示島嶼與大陸因為長期的隔離，使其上的物種與來源地區產生分化的現象。

台灣特殊的地理位置以及形成年代使得其上的物種可能與鄰近地區（例如中國大陸）的物種產生分化，進而快速種化的現象。本研究中的映山紅組杜鵑花特有種比例高的特性，使其成為一個很好的研究材料。

二、研究目的

在前人研究中提到，杜鵑花屬以喜馬拉雅山系為起源中心，分別向西、南以及東邊三個方向拓展，而台灣的杜鵑花屬物種，除了 *R. kawakamii* 之外，皆經由往東的路徑，由中國進入台灣（Hsu, 1973），台灣映山紅組杜鵑花共十種，形態以及分子上的特徵皆極為相近，除了 *R. simsii* 之外，皆為特有種，特有種比例高的特殊現象可能是由於台灣為新形成的大陸型島嶼，物種在冰河時期由中國大陸進入台灣，並且在間冰期由於隔離而與大陸物種產生分化，因此本研究即對此十種杜鵑花進行較詳盡的物種採樣（表一），利用分子標記希望可以更詳盡的了解台灣映山紅組杜鵑花的親緣關係以及演化歷史。

三、材料與方法

（一）研究材料

參考標本館之採集記錄及相關文獻資料後，至台灣全島各地採集新鮮材料，部份材料用矽膠乾燥，部份製成證據標本。本研究之採集物種、樣品編號和採集地詳見表二，樣品編號與作者採集號對照表見附錄一。

（二）研究方法

1. 取樣

每個族群，約 5-10 公尺取一個樣本，共取 5-10 個樣本。以矽膠乾燥，為 DNA 萃取用。

2. 分子技術

(1) DNA 萃取

使用 CTAB 抽取（Doyle & Doyle, 1990），略作修改:

a. 取約 0.5 g 的植物葉片，加入液態氮後研磨至細粉末狀，並移至 2 mL 之離心管中。

b. 加入 1000 μL 預熱好的 CTAB extraction buffer（100 mM pH8.2 Tris-Cl，1.4M NaCl，20 mM pH8 EDTA，2% CTAB），置於 65℃ 乾浴機 30-40 分鐘。

c. 回到室溫後，加入 1000 μL 的 chloroform/isoamylalcohol（24:1）溶液至離心管中，混合均勻。

d. 室溫下，經轉速 8,000 rpm 離心 10 分鐘後，取上清液至乾淨的 2 mL 離心管中。

e. 重複步驟 c 和 d，共三次。

f. 加入冰 1000 μL 的 isopropanol，放在冰上或 4℃冰箱 30 分鐘。

g. 室溫下，經轉速 8,000 rpm 離心 5 分鐘後，將 DNA 沉澱在離心管底

表二. 樣本編號與採集地。

物種學名	樣本編號為學名簡寫加編號
R. simsii 唐杜鵑	R. sim 74(屏東縣南仁山)，R. sim76(屏東縣南仁山)
R. nakaharai 中原氏杜鵑	R. nak 170(台北市七星池)，R. nak 171(台北市七星池)，R. nak 183(台北市七星山)，R. nak 187(台北市七星山)，R. nak 328(台北縣獅頭山)，R. nak 377(台北縣烏來山)，R. nak 391(台北縣皇帝殿)
R. longiperulatum 大屯杜鵑	R. lon 312(台北市大屯山)，R. lon 317(台北市大屯山)
R. kanehirai 烏來杜鵑	R. kan 117(栽培)，R. kan 118(栽培)
R. oldhamii 金毛杜鵑	R. old 20(台北市菜公坑)，R. old 86(台北縣雙溪)，R. old 163(花蓮縣能高越嶺道東段)，R. old 337(台北縣獅頭山)
R. noriakianum 細葉杜鵑	R. nor 130(花蓮縣致遠山莊)，R. nor 141(宜蘭縣思源啞口)，R. nor 239(宜蘭縣桃山)，R. nor 240(宜蘭縣桃山)
R. rubropilosum 紅毛杜鵑	R. rub 137(南投縣能高越嶺道西段),R. rub 180(屏東與台東縣北大武山)，R. rub 232(台東與高雄縣庫哈諾辛山)，R. rub 258(台東與高雄縣關山嶺山),R. rub 265(台東與高雄縣關山嶺山)
R. breviperulatum 南澳杜鵑	R. bre 123(南投縣台 14 甲)，R. bre 124(南投縣台 14 甲)，R. bre 129(南投縣能高越嶺古道西段),R. bre 175(花蓮縣新白楊)，R. bre g7(南投縣能高越嶺古道西段)
R. lasiostylum 埔里杜鵑	R. las 445(南投縣蕙蓀林場)
R. taiwanalpinum 台灣高山杜鵑	R. tai 164(南投縣能高越嶺古道)，R. tai 246(宜蘭縣桃山)，R. tai 360(宜蘭與台中縣南湖大山)
R. tashiroi 大武杜鵑	R. tas 405(屏東縣姑子崙山)，R. tas 415(屏東縣姑子崙山)
R. formosanum 台灣杜鵑	R. for S1(宜蘭縣思源啞口)，R. for GW1(新竹縣觀霧)，R. for F1(南投縣鳳凰山)
R. rubropunctum 紅星杜鵑	R. rub R1(台北市菜公坑)，R. rub R2(台北市菜公坑)，R. rub R3(台北市菜公坑)
R. morii 森氏杜鵑	R. mor 40(嘉義縣玉山)
R. pseudochrysanthum 玉山杜鵑	R. pse 167(花蓮縣能高越嶺古道東段)
R. hyperythrum 南湖杜鵑	R. hyp 356(宜蘭與台中縣南湖大山)
R. mariesii 守城滿山紅	R. mar 172(台北市七星池)
R. ellipticum 西施花	R. ell W1(台北市七星山)
R. chilanshanense 棲蘭山杜鵑	R. chi 11(宜蘭縣棲蘭山)

層，倒掉上清液。

h. 加入 1000 μL 70%至 75%的 ethanol，輕彈離心管使 DNA 沉澱漂起，再以 13,000 rpm 離心 2-3 分鐘後，倒掉 ethanol。

i. 若 DNA 中色素殘留量還是很高，重複步驟 h。

j. 室溫下，讓 ethanol 揮發掉。

k. 加入 200 μL 的二次水，使 DNA 溶解。

l. 將 DNA 置於-20℃冰箱中保存。

(2) 聚合脢連鎖反應（PCR：Polymerase Chain Reaction）

a. 引子選擇

葉綠體 DNA 片段所使用的是 *mat*K 到 *trn*K 的內含子片段（圖一），核 DNA 片段，使用 ITS 片段（圖二）以及 *RPB2-i* 內含子 2 片段（圖三）。

b. 聚合脢連鎖反應的反應試藥與濃度

每個 PCR 反應試劑總體積為 20 μL，各試藥之濃度、所需體積及最終之反應試劑濃度如下：10X PCR buffer(15 mM $MgCl_2$，Tris-HCl pH 8.0，0.1 mM EDTA，1 mM DTT, 1% Triton X-100，50% glycerol)，2 mM dNTP mixture，0.2 mM primer，Vio*Tag* DNA polymerase。

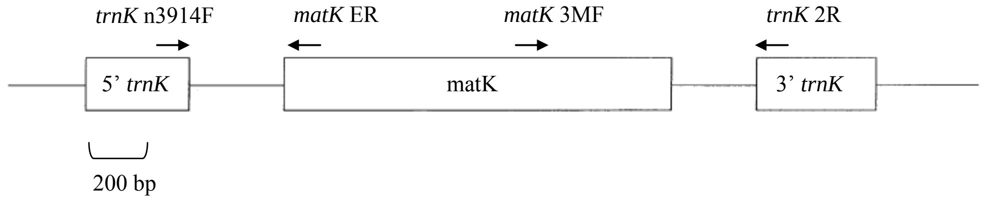
c. 聚合脢連鎖反應反應條件

先以 94 ℃處理 5 分鐘，使雙股 DNA 變性。再以 94 ℃一分鐘、94 ℃鏈合溫度一分鐘、72 ℃延長溫度兩分鐘，進行 35 次的擴增循環。最後保持 72 ℃處理 5~10 分鐘。反應產物溫度降至室溫或 4℃保存。

d. 聚合脢連鎖反應結果檢測

以 1X TBE buffer 所配製成之 1% agarose gel（內含 0.25 μg/mL 之 EtBr 染劑）在 120V 條件下，進行電泳約 15 分鐘後，隨即以紫外燈上觀察及記錄 PCR 產物的分子量、濃度及產物條帶是否單一。

(a)



(b)

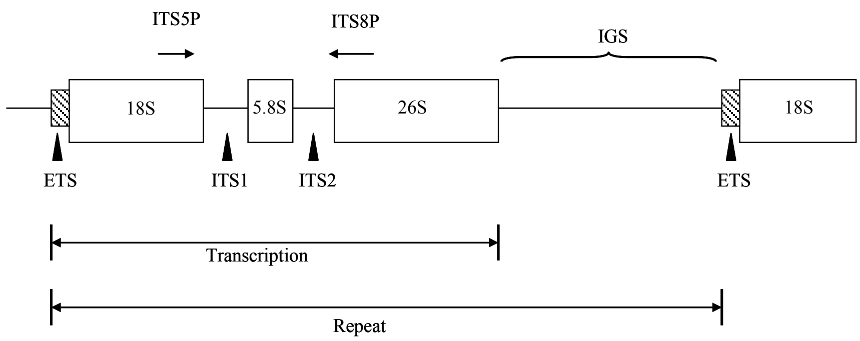
引子名稱	引子序列 5'序列到 3'序列
*trn*k n3914F	GGG GTT GCT AAC TCA AC
*mat*K ER	TTT TGG GGT TAT CAA ATC AT
*mar*K 3MF	GTG GTC TCA ACC AAG AAG G
*trn*K 2R	AAC TAG TCG GAT GGA GTA G

圖一. *mat*K *和* *trn*K 葉綠體基因結構圖和引子所在位置及引子序列（Kurashige *et al*., 2001）。

(a) *mat*K *和* *trn*K 基因結構圖。

(b) 引子序列。

(a)



(b)

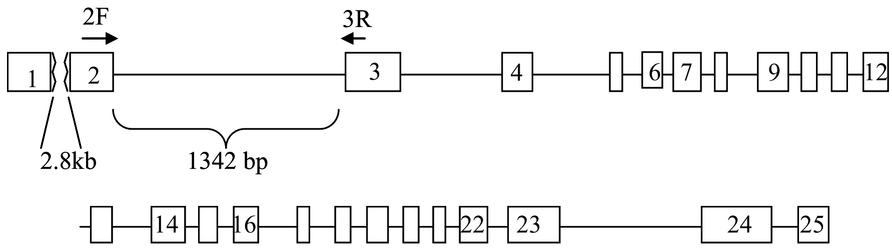
引子名稱	引子序列
ITS5P	GGA AGG AGA AGT CGT AAC AAG G
ITS8P	CAC GCT TCT CCA GAC TAC A

圖二. rDNA 結構圖（Soltis *et al*., 1998）和引子所在位置及引子序列（Moller *et al*., 1997）。

(a) rDNA 基因結構圖。18S，5.8S 和 26S 為 ribosomal RNA genes。ITS-1 和 ITS-2 為兩個 internal transcribed spacer（ITS）片段。IGS 是 intergenic spacer，ETS 是 external transcribed spacr。

(b) 引子序列。

(a)



(b)

引子名稱	引子序列
2F	GAA CCT GAC CTA CTC ATC TCC ATT
3R	TCG GAT ACA TAA GCA TAT TTG TTG G

圖三. *RPB2-i* 基因結構圖和引子所在位置及引子序列（Goetsch *et al*., 2005）。

(a) 外顯子（exon 以方格代表）；內含子（intron 以黑色的線條代表）；基因上方的箭頭表示引子的所在位置，其上為引子的名稱。

(b) 引子序列。

(3) T-A 選殖（cloning）：

a. 接合作用（ligation）

使用 RBC Bioscience Cloning System 的 T&A Cloning Kit。反應試劑總體積 10 μL，各試藥之濃度、所需體積及最終之反應試劑濃度如下：2 μL PCR 產物，1 μL ligation buffer A，1 μL，ligation buffer B，1 μL T&A vector，1 μL T_4 DNA ligase，4 μL ddH2O。混合均匀後，在 22℃室溫且避光下靜置 20 分鐘後，放入 4℃冰箱隔夜，使 vector 和 PCR 產物接和效率達到最高。

b. 轉型作用（heat-shock transformation）

(Ⅰ) 將勝任細胞（ECOS^{TM} competent cell）由-70℃冰箱中取出，以流動的水沖洗解凍約 1/3 至 1/2 後，迅速插入冰上。

(Ⅱ) 取 50 μL 的勝任細胞加入 2 μL 的 PCR 產物，震盪一秒鐘使之混合均匀，隨即將之放入 42℃水浴槽中 45 秒，再置於冰上 3 分鐘以上。

(Ⅲ) 將已轉型完成的勝任細胞以 L 型玻璃棒均匀塗在含有 Ampicillin（50 μg/mL）以及 ITPG（200 μg/mL）和 X-gal（20 μg/mL）的培養基上，靜置於 37℃培養箱中 12-16 小時。

c. 菌落（colony）聚合脢連鎖反應

(Ⅰ) 將培養基上的菌落進行藍白挑選，用牙籤挑起轉型成功的白色菌落（藍色的菌落代表沒有轉型成功），放入已準備好的聚合脢連鎖反應混合溶液中，混合液的配方如下：10X PCR buffer，2 μM dNTP mixture，10 uM M13F/M13R primers，Vio*Tag* DNA polymerase。

(Ⅱ) 聚合脢連鎖反應反應條件同前

(Ⅲ) 菌落聚合脢連鎖反應結果檢測方法同前

(4) DNA 定序：

將聚合脢連鎖反應產物或是菌落 PCR 檢測有轉型成功且接合成功的菌落送交基隆米克斯生物科技股份有限公司（Taipei, Taiwan）以 ABI3730 DNA 自動定序儀（DNA automated sequencer）進行定序。

(5) DNA 的序列整理及分析：

將定序所得到的檔案以Sequencher 4.5（GeneCodes）進行人工判讀。再用BioEdit 7.0.5（Hall, 1999）將所有的序列比對並進行多重序列排序（multiple sequence Alignment）。由於*RPB2-i*序列有之部分個體有兩段插入或刪除（indel），其中一段為13 bp，另一段為25 bp，將這些位點視為一次演化事件，因此在做最大簡約性親緣關係樹（maximun parsimony tree：MP tree）前，利用人為方式將有插入或刪除的部分進行刪除。

(6) 親緣關係樹的建立：

使用 MEGA 3 軟體（Kumar *et al*., 2004），設定 Kimura's（1980）two-parameter model以及pairwise deletion建構鄰近連接法分析樹（neighbor joining tree：NJ tree），樹型分枝的信賴程度（bootstrap）以預設值1000次特徵重取進行評估。利用PAUP* 4.0b軟體（Swofford, 1998）建構最大簡約性親緣關係樹，將空格（gap）設成new state，利用誘導式搜尋（heuristic search），進行100次重複的random stepwise addtion找尋，所得樹型圖每個分枝的的信賴程度以100次特徵重取進行評估。另外再利用modeltest 3.7（Posada & Crandall 1998），以log似然性（likelihood）邏輯選取適合的模式，所選出為HKY+G模型，gamma的K值為5，gamma distribution α值為0.015，以此參數利用mrbayes 3.1.2（Ronquist & Huelsenbeck, 2003）進行貝葉氏導出式分析（Bayesian inference analysis）方式建立樹型圖的建立並計算事後機率（posterior distribution）。

(7) 遺傳歧異度計算

以 *RPB2-i* 內含子 2 序列所做出的親緣關係圖為依據，使用DnaSP4.0(Rozas *et al*., 2003)將樣品歸群後，計算族群單型歧異度（haplotype diversity）、核甘酸歧異度（nucleotide diversity）、族群分化指數 theta（θ）值，族群間的固定差距（fix differences）。

(8)　分化和共祖時間計算

物種分化時間以$t = 2N = \theta/2\mu$公式計算。t代表物種的分化時間，N為有效族群數（effective population size），θ為遺傳分化指數參數，代表一個世代（generation）中的平均突變數量的兩倍，μ代表一個世代一位點的平均突變數量，核基因平均值為2.815×10^{-8}（曾發表的值範圍:$3.3 \times 10^{-9} \sim 5.3 \times 10^{-8}$）（Provan *et al*., 1999）。

Coalescence（溯祖）的原理是利用現有的序列資料，建立基因genealogy 譜系圖，回溯族群共祖的時間點（TMRCA: Time to the Most Recent Common Ancestor）。共祖時間的計算使用 BEAST v.1.4.6 軟體（Drummond & Rambaut, 2007），對不同歸群的物種利用溯祖概念以及貝葉氏(bayesian)事後機率統計方式，推測不同類群的共祖時間點。使用modeltest 3.7（Posada & Crandall 1998）所選出的參數：HKY+G 模型，gamma 種類數目 K 值為 5，嚴格的分子鐘（strict molecular clock）之平均取代速率（substitution rate）設為 $2.815*10^{-8}$，Markov chain Monte Carlo（MCMC）chain 設定為一千萬次，整個過程重複兩次。兩次的結果以Tracer v1.4（Drummond & Rambaut, 2007）軟體進行組合以及讀取。

四、結果

（一）親緣關係樹建立

葉綠體 DNA 片段 *trn*K-*mat*K 兩段內含子合併的單型見附錄二、三，*RPB2-i* 內含子 2 序列原始矩陣見附錄四，依據不同序列所建構的親緣關係樹型圖的結果分別如下：

1. 葉綠體 *mat*K 和 *trn*K 內含子片段所建構的親緣關係結果

葉綠體基因 *mat*K 和 *trn*K 內含子片段所使用的樣本數共 34 個個體（表三、表四），其中內群有 25 個個體，兩段內含子合併，序列排序後的總長度為 1462 bp，具有簡約意義資料的位點（parsimony informative site）有 20 個位點，singleton 有 9 個位點，內外群物種所使用的樣品資料詳見表三和表四。以鄰近連接法方式所建構的親緣關係樹，此組杜鵑可分為三大群（圖四）：與外群親緣關係較接近的為 *R. oldhamii*，接下來又再分為兩群，第一群包含 *R. simsii*、*R. nakaharai*、*R. longiperulatum*、*R. noriakianum* 和 *R. kanehirai*，第二群（信賴程度值為 87）包含 *R. taiwanalpinum*、*R. breviperulatum*、*R. lasiostylum* 和 *R. rubropilosum*。

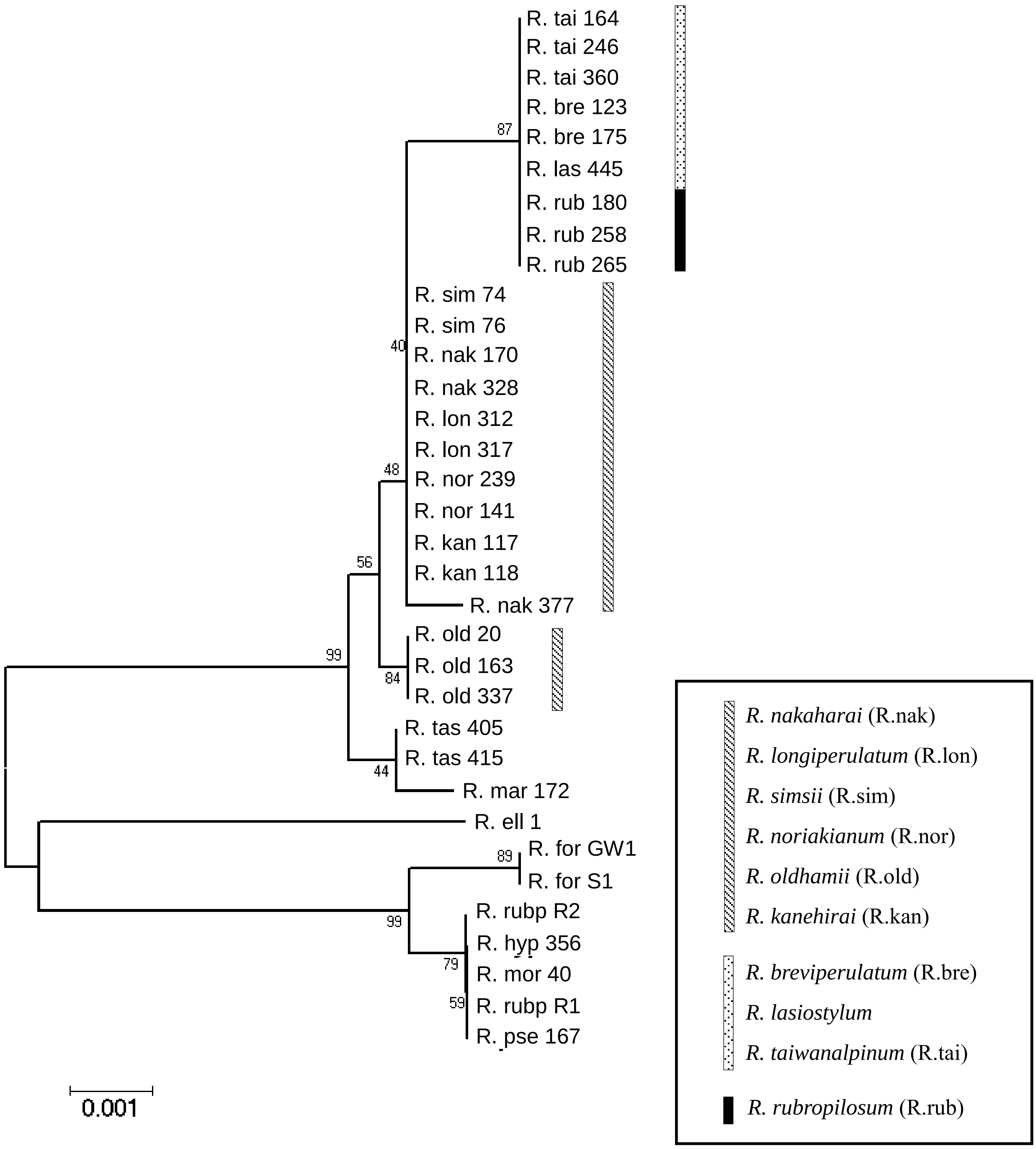
三群之間僅有四個具有簡約意義資料的位點，分別在 171、370、1219、1376 四個位點（附錄一)，表示此十種杜鵑花在葉綠體基因 *mat*K 和 *trn*K 內含子片段上的差異很小。雖然變異小，但卻可以很清楚的將此組杜鵑花分為上述支持度中等以上的的三群，群間有明顯的界線，群內無種間差異。

表三. 台灣映山紅組杜鵑花以及 *R. tashiroi* 之分子資料結果。分子資料結果包含葉綠體 DNA 所採用之樣本，*RPB2-i* 內含子 2 序列的殖株數目以及 nrITS 的多型性位點數目。

物種	樣本編號	葉綠體 DNA 使用的樣本	ITS 多型性位點數	RPB2 個體內 haplotype 數
R. simsii 唐杜鵑	R. sim 74	V	0	4
	R. sim 76	V	0	2
R. nakaharai 中原氏杜鵑	R. nak 170	V	0	3
	R. nak 171		0	3
	R. nak 183			2
	R. nak 187		0	4
	R. nak 328	V	0	2
	R. nak 377	V	1	2
	R. nak 391			3
R. longiperulatum 大屯杜鵑	R. lon 312	V	0	3
	R. lon 317	V		2
R. kanehirai 烏來杜鵑	R. kan 117	V	0	2
	R. kan 118	V	0	2
R. oldhamii 金毛杜鵑	R. old 20	V	3	1
	R. old 86		0	1
	R. old163	V	0	1
	R. old 337	V	2	1
R. noriakianum 細葉杜鵑	R. nor130		1	3
	R. nor 141	V	4	2
	R. nor 239	V	0	3
	R. nor 240		0	2
R. rubropilosum 紅毛杜鵑	R. rub 137		3	3
	R. rub 180	V	3	3
	R. rub 232		2	2
	R. rub 258	V	1	1
	R. rub 265	V	3	3
R. breviperulatum 南澳杜鵑	R. bre 123	V	1	1
	R. bre 124		2	2
	R. bre 129		1	1
	R. bre 175	V	4	4
	R. bre g7		2	2
R. lasiostylum 埔里杜鵑	R. las 445	V	2	2
R. taiwanalpinum 台灣高山杜鵑	R. tai 164	V	2	2
	R. tai 246	V	1	1
	R. tai 360	V	2	2
R. taishiroi 大武杜鵑	R. tai 405	V	2	2
	R. tai 415	V		2

表四. 本研究使用之外群之分子資料結果。包含葉綠體 DNA 所採用之樣本以及 nrITS 的多型性位點數目

物種	樣本編號	葉綠體 DNA 使用的樣本	ITS 多型性位點數
R. formosanum 台灣杜鵑	R. for S1	V	1
	R. for GW1	V	0
	R. for F1		0
R. rubropunctum 紅星杜鵑	R. rubp R1	V	0
	R. rubp R2	V	0
	R. rubp R3		0
R. morii 森氏杜鵑	R. mor 40	V	0
R. pseudochrysanthum 玉山杜鵑	R. pse 167	V	0
R. hyperythrum 南湖杜鵑	R. hyp 356	V	0
R. mariesii 守城滿山紅	R. mar 172	V	3
R. ellipticum 西施花	R. ell W1	V	1
R. chilanshanense 棲蘭山杜鵑	R. chi 11		2



圖四. 葉綠體 DNA *mat*K 和 *trn*K intron 片段以 Neighboring joining 建構之樹型圖。

分支的數字代表 bootstrap 值，樣品編號以學名簡寫加上編號表示。右下角為不同物種所標示的標記。主要分為三大群，與外群親緣關係較接近的為 *R. oldhamii*，接下來又再分為兩群，第一群包含 *R. simsii*、*R. nakaharai*、*R. longiperulatum*、*R. noriakianum* 和 *R. kanehirai*，第二群包含 *R. taiwanalpinum*、*R. breviperulatum*、*R. lasiostylum* 和 *R. rubropilosum*。

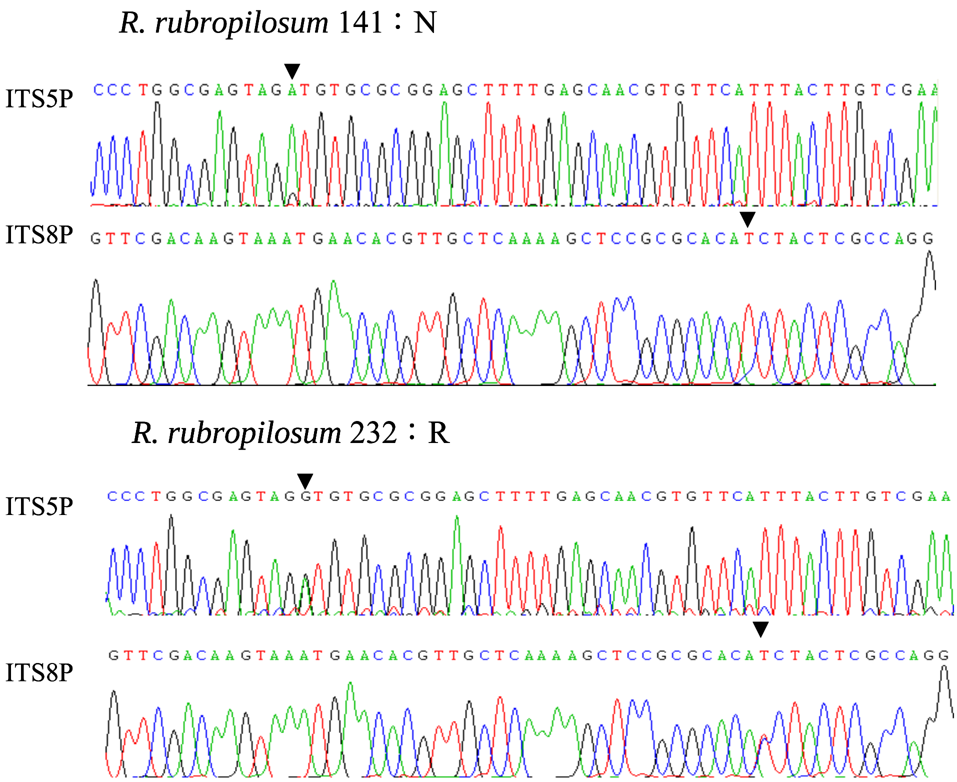
2. nrITS 片段所建構的親緣關係結果

nrITS 片段所使用的樣本數共 46 個個體，其中內群有 34 個個體，序列排序後的總長度為 681 bp，個體內多型性位點數目見表三、表四，所有樣本的變異位點見表五。以 Sequencher 4.5 軟體將所有個體的序列同時進行多型性判讀，多型性的峰（peak）小於主要的峰三分之一以下者以 N 做編碼（coding），而有兩個一樣高的峰之多型性位點以 IUPAC 標準方式做編碼，判定標準以圖五為例。*R. rubropilosum* 在第 44 與第 364 的位點有多型性（R），而 *R. noriakianumm* 與 *R. taiwanalpinum* 在此兩位點少數個體也有多型性，但不明顯；此外，*R. norikianum* 與 *R. taiwanlpinum*、*R. breviperulatum* 和 *R. lasiostylum* 在第 122 位點有相同的多型性，*R. rubropilosum* 則沒有（表五）。

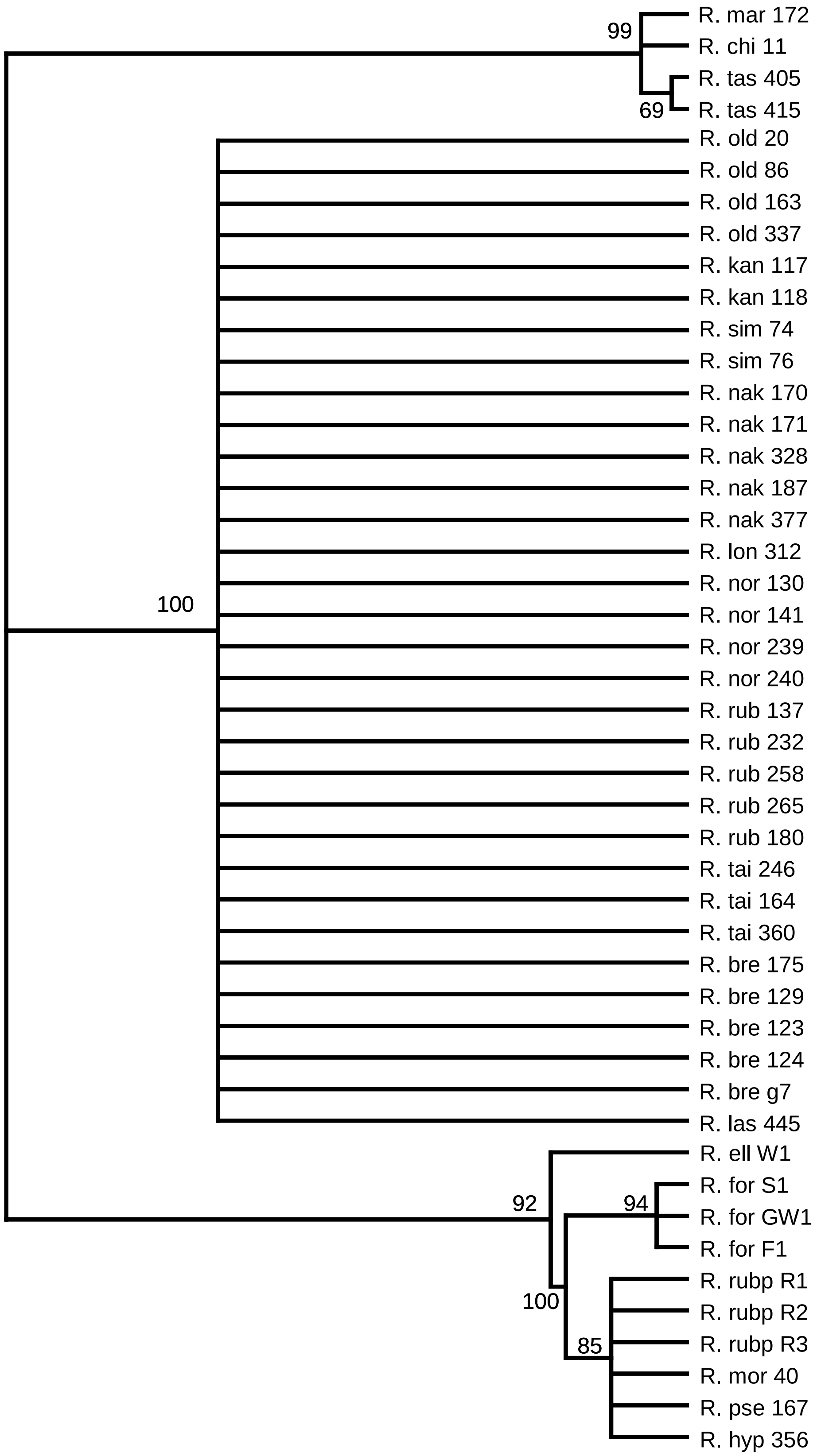
若將編碼為 N 的位點以較保守的方式重新做編碼，以圖五為例，將 *R. norikianum* 141 個體第 44 位點的 N 改編碼成峰較高的 A，以此類推，將序列的 N 都以較保守的方式改變後，做 ITS 的親緣關係樹（圖六）；仿此，將 N 以多型性的方式重新編碼，同樣以圖五為例，將 *R. norikianum* 141 個體第 44 位點的 N 改編碼成 R，得到的親緣關係樹如圖七。不論以哪種方式編碼所做出的親緣關係樹，都顯示台灣映山紅組杜鵑花為支持度很高的類群（信賴程度值為 100），但組內無種間差異。

表五:　ITS 在台灣映山紅組杜鵑中有變異的位點。*R. rubropilosum* 在第 44 與第 364 的位點有多型性，而 *R. noriakianum* 與 *R. taiwanalpinum* 在此兩位點少數個體也有多型性，但不明顯。

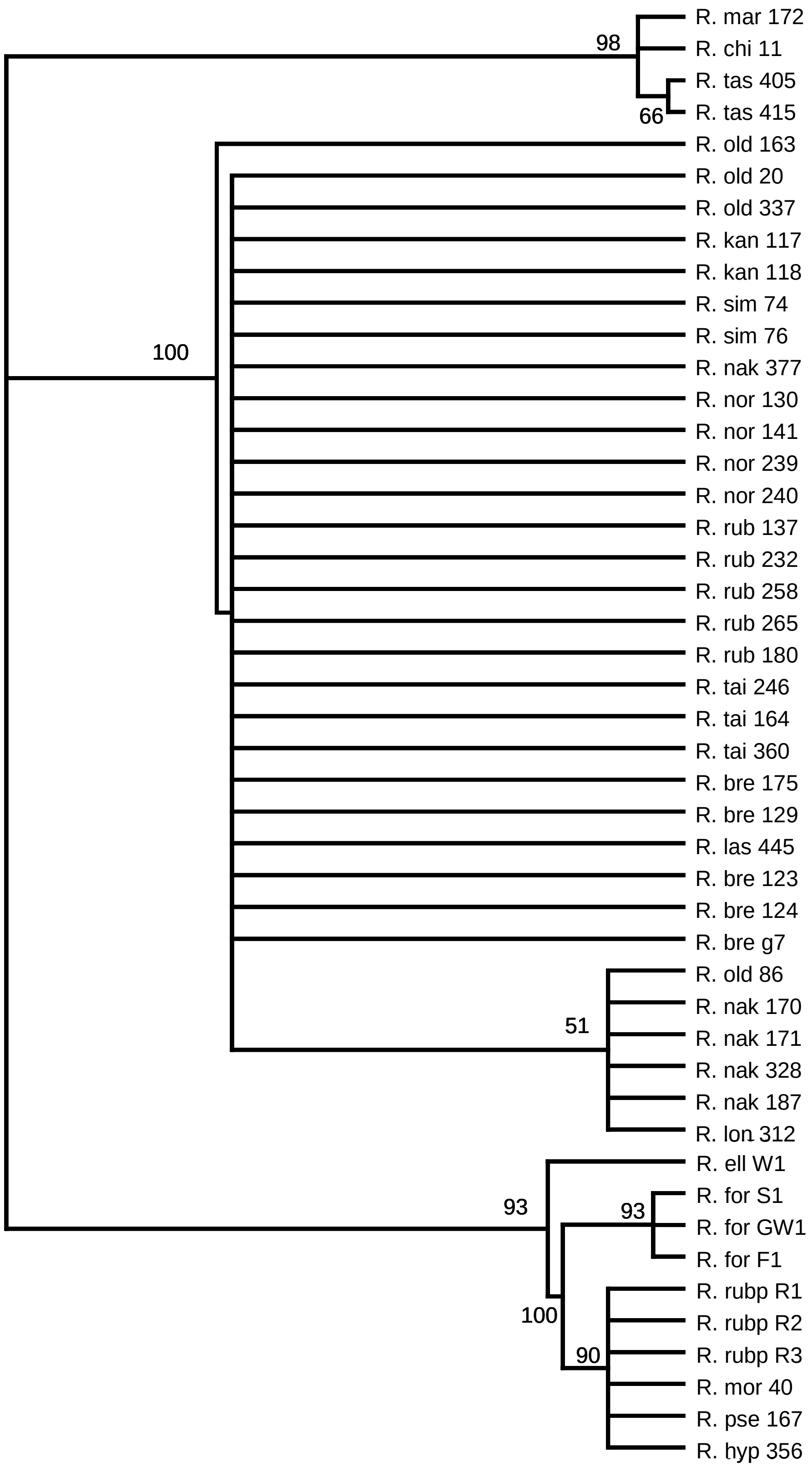
sample	17	44	62	86	107	122	137	171	364	423	430	439	467	511	545	580
R. old 86	C	A	A	A	A	T	C	G	G	G	G	C	C	C	T	T
R. old20	-	-	-	-	-	-	-	R	-	-	-	-	Y	-	Y	-
R. old163	-	-	-	-	-	-	-	-	A	-	-	-	-	-	C	-
R. old337	-	-	-	-	-	-	-	N					Y	-	C	-
R. kan 117	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	C	-
R. kan 118	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	C	-
R. sim 74	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	C	-
R. sim 76	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	C	-
R. nak 170	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
R. nak 171	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
R. nak328	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
R. nak187	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
R. nak377	-	-	-	-	-	-	Y	-	-	-	-	-	-	Y	C	-
R. lon 312	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
R. nor 130	-	-	-	-	-	W	-	-		-	-	-	-	-	C	-
R. nor 141	-	N	-	-	-	W	-	-	R	-	-	-	-	-	C	-
R. nor 239	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	C	-
R. nor 240	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	C	-
R. rub 137	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	C	-
R. rub 232	-	R	-	-	-	-	-	-	R	-	-	-	-	-	C	-
R. rub 258	-	R	-	-	-	-	-	-	R	-	-	-	-	-	C	-
R. rub 265	-	R	-	-	-	-	-	-	R	-	-	-	-	-	C	-
R. rub 180	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	C	-
R. tai 246	-	N	-	-	-	-	-	-	R	-	-	-	-	-	C	-
R. tai 164	-	N	-	-	-	W	-	-	-	-	-	-	-	-	C	-
R. tai 360	-	-	-	-	-	W	-	-	-	-	-	-	-	-	C	-
R. bre 175	-	-	-	-	-	N	-	-	-	-	-	-	-	-	C	-
R. bre 129	-	-	-	-	-	W	-	-	-	-	-	-	-	-	C	-
R. bre 123	-	-	-	-	-	W	-	-	-	-	-	-	-	-	C	-
R. bre 124	-	-	-	-	-	W	-	-	-	-	-	-	-	-	C	-
R. bre g7	-	-	-	-	-	W	-	-	-	-	-	-	-	-	C	-
R. las 445	-	-	-	-	-	W	-	-	-	-	-	-	-	-	C	-
R. tas 405	T	-	G	-	G	-	-	-	A	T	C	T	-	-	C	C
R. tas 415	T	-	G	-	G	-	-	-	A	T	C	T	-	-	C	C



圖五. ITS 多型性判定標準。以 *R. noriakianum* 141 以及 *R. rubropilosum* 232 為例，多型性位點以箭號標示，ITS5P 和 ITS8P 分別代表兩端定序的波形圖。多型性的峰小於主要的峰三分之一以下者以 N 做編碼，兩個一樣高的峰之多型性位點以 IUPAC 標準方式做編碼。



圖六. 台灣映山紅組杜鵑花 nrITS 序列以保守方式編碼所建構之 MP tree。分支的數字代表 bootstrap 值，樣品編號為學名加上作者編號。CI=0.946，RI=0.989。



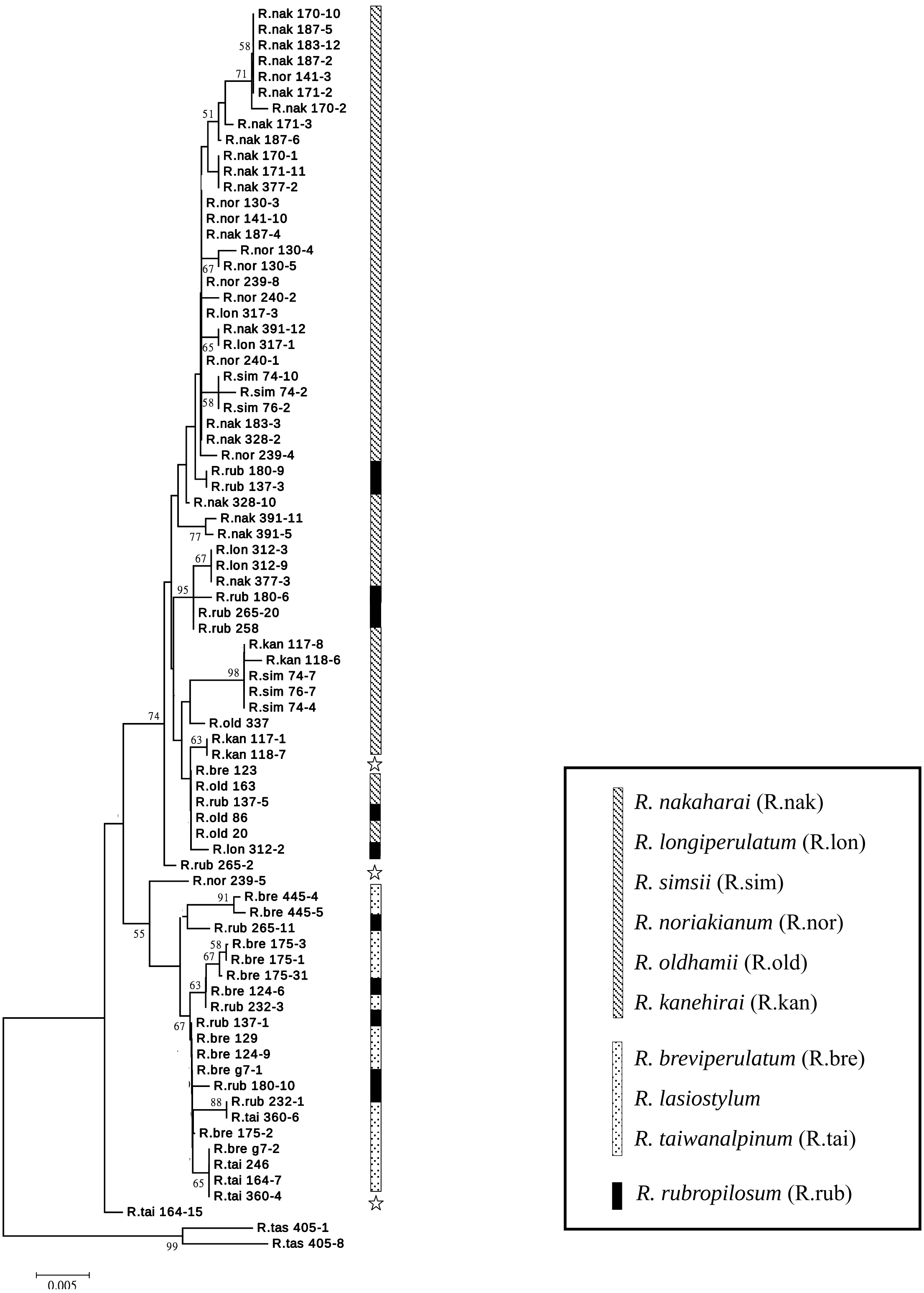
圖七. 台灣映山紅組杜鵑花 nrITS 序列以多型性方式編碼所建構之 MP tree。分支的數字代表 bootstrap 值，樣品編號為學名加上作者編號。CI=0.978，RI=0.993。

3. 核基因 *RPB2-i* 內含子 2 片段所建構的親緣關係結果

核基因 *RPB2-i* 內含子 2 片段的聚合脢連鎖反應產物經由定序後，多型性位點有兩個以上的序列則再進行選殖，每個個體選殖後，取 5-10 個接和成功的菌落送定序。排序後的總長度為 622 bp，經由選殖後所得到的序列的 singleton 有 16 個位點，具有簡約意義資料的位點有 45 個位點，所使用的樣品資料以及殖株（clones）數目詳見表三。除了 *R. oldhamii* 的序列沒有多型性現象之外，其他物種皆有多型性，*R. kanehirai*、*R. taiwanalpinumu* 和 *R. tashiroi* 樣品中，同一個體有一至兩型的殖株；*R. simsii*、*R. longiperulatum*、*R. nakaharai*、*R. noriakianum*、*R. rubropilosum*、*R. breviperulatum* 和 *R. lasiostylum*，同一個體有一至四型的殖株（表三）。鄰近連接法分析（圖八）、貝葉氏導出式分析（圖九）和最大簡約性（圖十）三種方式所建構的基因樹所顯示的物種歸群狀態以及各分支的支持度很一致，因此之後僅拿鄰近連接法分析樹型圖做之後的結果呈現以及討論。

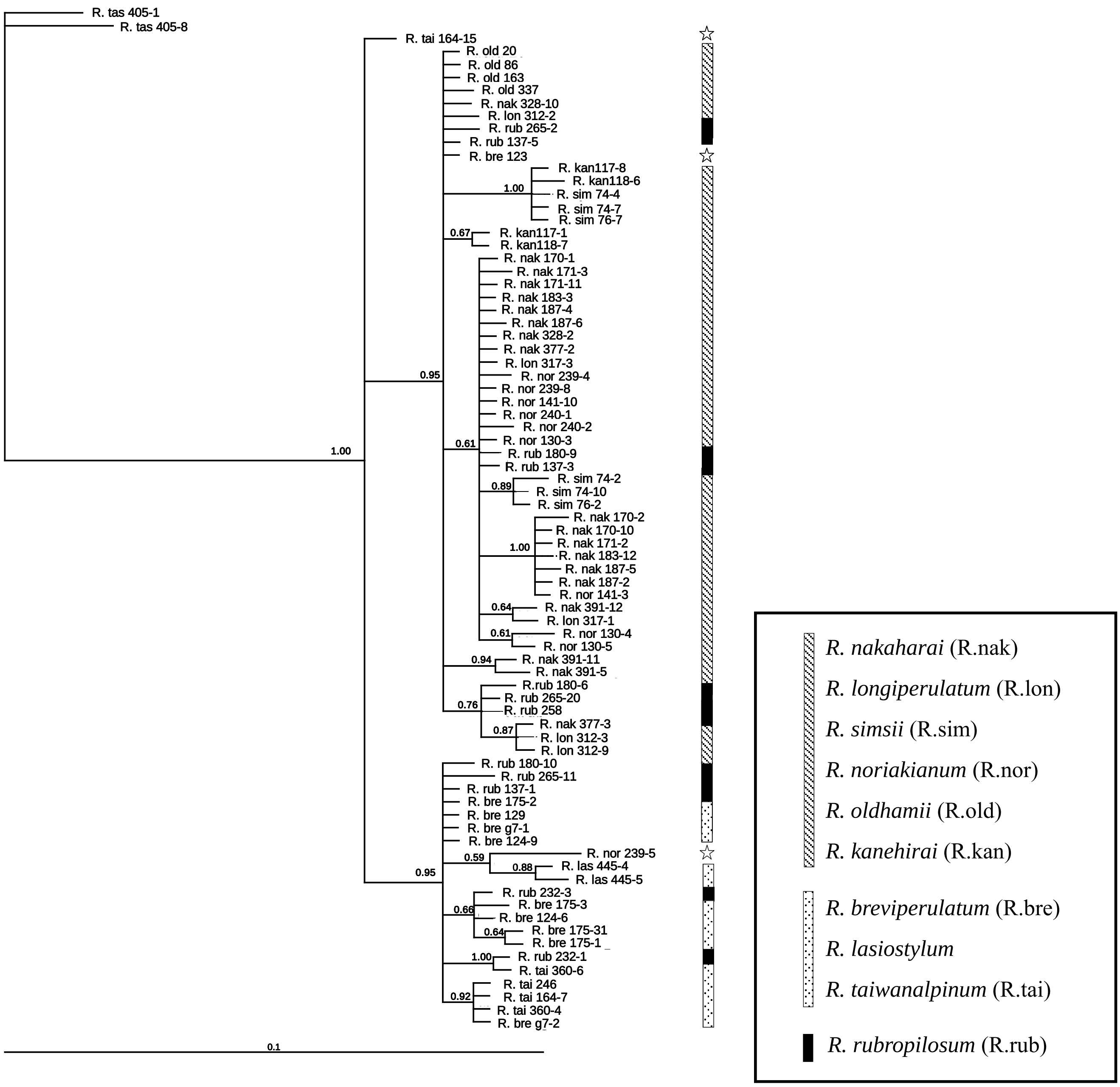
RPB2-i 內含子 2 片段可以將物種大致歸類為兩大群和一大類型，第一群（信賴程度值為 75）包含 *R. simsii*、*R. longiperulatum*、*R. nakaharai*、*R. noriakianum*、*R. kanehirai* 和 *R. oldhamii*；第二群（信賴程度值為 53）包含 *R. taiwanalpinum*、*R. breviperulatum* 和 *R. lasiostylum*；而另一大類型僅有 *R. rubropilosum*，相同個體內不同殖株的序列會分別歸在第一群和第二群中，且 *R. rubropilosum* 的殖株散落在不同的物種的分化支（clade）內。（圖八）。

此外，在 *RPB2-i* 內含子 2 序列中有幾個個體有例外的情況出現（圖八）。*R. noriakianum* 239 個體應屬於第一群物種，但其中的 R.nor 239_5 殖株卻與第二群物種歸群在一起（星號），*R. breviperulatum* 123 個體應屬於第二群物種，但卻與第一群物種歸群在一起（星號），*R. taiwanalpinum* 164 個體應屬於第二群物種，但 R.tai 164_15 殖株卻歸群在第一群和第二群物種之外（星號），這些例外個體會在討論中做更深入的探討。



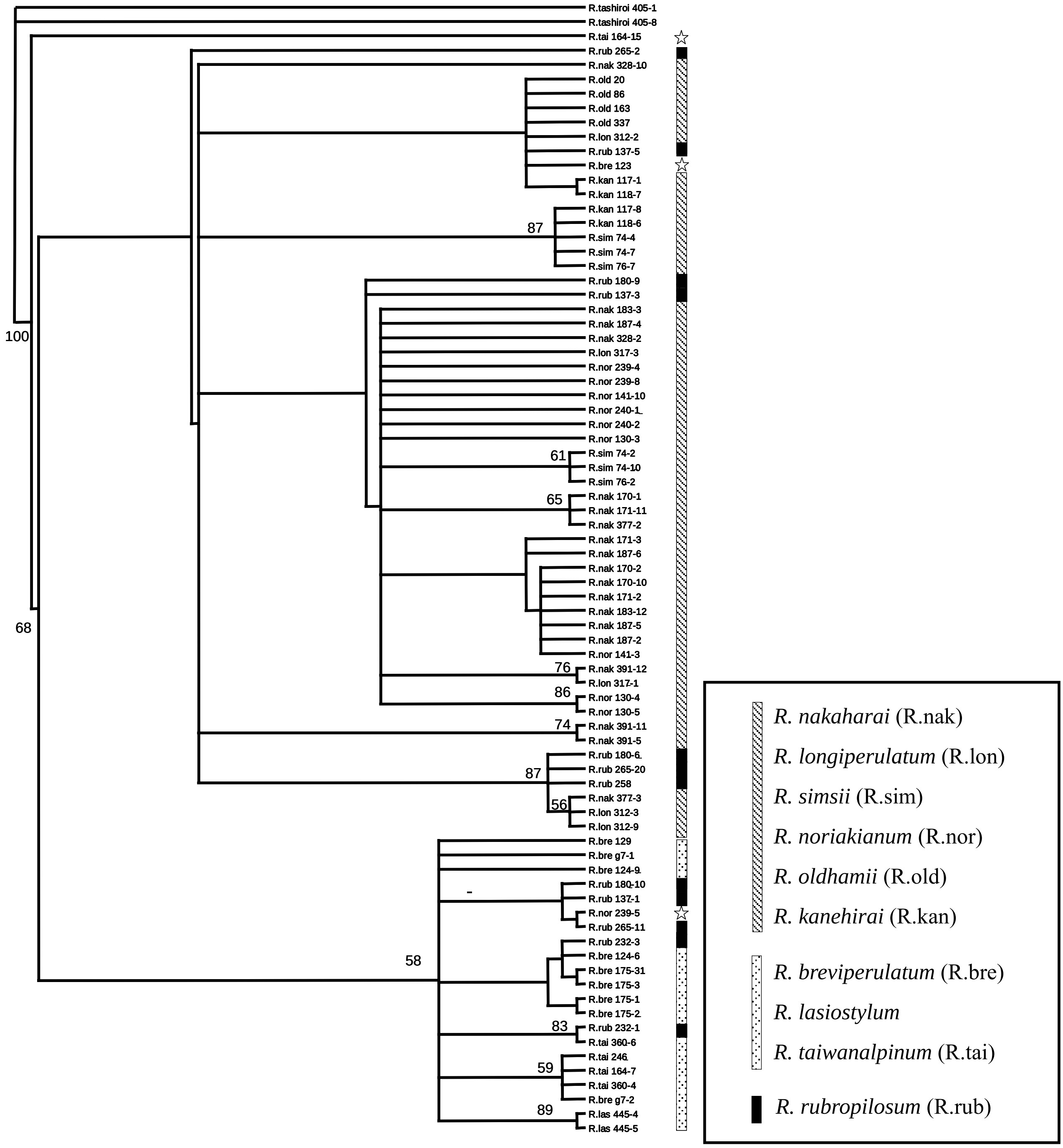
圖八. 核 *RPB2-i* 內含子 2 基因以 Neighboring joining 建構之樹型圖。

分支的數字代表 bootstrap 值，樣品編號以學名簡寫加上作者編號及其殖株編號。此片段可以將物種大致歸類為兩大群和一大類型，分別以不同符號標示(右下角圖示)。除了 *R. oldhamii* 同一個體內的 *RPB2-i* 基因為單型外，其他所有物種的同一個體內的殖株都包含兩型至四型。R.nor 239-5 殖株、R.bre 123 個體以及 R.tai164-1 殖株為例外的樣品。



圖九:　核 *RPB2-i* 內含子 2 基因以 Bayesian inference 方式建構之樹型圖。

分支的數字代表 bootstrap 值，樣品編號以學名簡寫加上作者編號及其殖株編號。此片段可以將物種大致歸類為兩大群和一大類型，分別以不同符號標示（右下角圖示）。除了 *R. oldhamii* 同一個體內的 *RPB2-i* 基因為單型外，其他所有物種的同一個體內的殖株都包含兩型至四型。R.nor 239-5 clone、R.bre 123 個體以及 R.tai164-15 clone 為例外的樣品。



圖十. 核 *RPB2-i* 內含子 2 基因以 Maximum parsimony 方式建構之樹型圖。

分支的數字代表 bootstrap 值，樣品編號以學名簡寫加上作者編號及其殖株編號。此片段可以將物種大致歸類為兩大群和一大類型，分別以不同符號標示（右下角圖示）。除了 *R. oldhamii* 同一個體內的 *RPB2-i* 基因為單型外，其他所有物種的同一個體內的殖株都包含兩型至四型。R.nor 239-5 clone、R.bre 123 個體以及 R.tai164-15 clone 為例外的樣品。

（二）遺傳歧異度分析

依據核基因 *RPB2-i* 內含子 2 片段得到的親緣關係樹，大致將物種分為兩大群和一大類型(圖八)，第一群包含 *R. simsii*、*R. longiperulatum*、*R. nakaharai*、*R. noriakianum*、*R. kanehirai* 和 *R. oldhamii*；第二群包含 *R. taiwanalpinum*、*R. breviperulatum* 和 *R. lasiostylum*；而另一大類型僅有 *R. rubropilosum*；然而在葉綠體 DNA *trn*K-*mat*K 片段所建構的親緣關係樹中(圖四)可以看出 *R. oldhamii* 與其他九個物種親緣關係較遠，所以不列入遺傳歧異度分析；此外，在 *RPB2-i* 內含子 2 片段建構的親緣關係樹型圖中例外個體 *R. noriakianum* 239、*R. breviperulatum* 123 和 *R. taiwanalpinum* 164 也不納入分析。扣除以上的樣品後，依據 *RPB2-i* 內含子 2 基因樹的結果將物種以 A、B、C 三群做區分，A 群包含 *R. simsii*、*R. nakaharai*、*R. longiperulatum*、*R. noriakianum* 以及 *R. kanehirai* 共五個物種，41 條序列；B 群包含 *R. breviperulatum*、*R. lasiostylum* 和 *R. taiwanalpinum* 共兩個物種，14 條序列；C 群僅有 *R. rubropilosum* 一物種，12 條序列（表六)。

單型歧異度（h），A、B 和 C 群分別為 0.951、0.835 及 0.97；核甘酸歧異度 Pi(π)，A、B 和 C 群分別為 0.00701、0.00346 及 0.00946；族群分化指數 θ(π)，A、B 和 C 群分別為 0.00708、0.00348 及 0.00958 (表六)，以上結果中 C 群的數值都明顯的高於 A，B 兩群，表示 C 群內的遺傳歧異度高於 A、B 兩群。族群間平均每個位點的核酸替換（Dxy）在 A 與 B 之間的值為 0.01369，大於 A 與 C（0.01147）和 B 與 C（0.01034）之間，此外，有 6 個族群間的固定差距在 A 與 B 兩群之間（表六)，此顯示 A、B 群之間的遺傳距離較遠。

表六. 以 *RPB2-i* 內含子 2 序列資料為依據的族群遺傳歧異度分析。N=number of sequences，h=number of haplotypes，Hd=haplotype diversity，Pi（π）=nucleotide diversity，θ（π）= *θ* per site from π，Dxy=average number of nuc. Subs. Per site between population，F=number of fixed differences。

group	**A**	**B**	**C**	**A vs B**	**A vs C**	**B vs C**
species	*R. simsii, R. nakaharai, R. longiperulatum, R. noriakianum, R. kanehirai*	*R. breviperulatum, R. taiwanalpinum*	*R. rubropilosum*			
N	41	14	12			
h	21	6	10			
Hd	0.951	0.835	0.97			
Pi（π）	0.00701	0.00346	0.00946			
θ（π）	0.00708	0.00348	0.00958			
Dxy				0.01369	0.01147	0.01034
F				6	0	0

（三）分化和共祖時間計算

承遺傳歧異度所使用的歸群方式，使用 $t = 2N = \theta/2\mu$ 公式計算之分化時間見表七。A 群共祖時間平均值為 13 萬年；B 群共祖時間平均值為 6 萬年；C 群共祖時間平均值為 17 萬年；A 與 B 群合併（AB）的共祖時間平均值為 21 萬；A 與 C 群合併（AC）共祖時間平均值為 16 萬年；B 與 C 群合併（BC）共祖時間平均值為 15 萬年；A、B 與 C 群合併（ABC）共祖時間平均值為 21 萬年；A 與 C 類群(僅有在 RPB2-*i* 內含子 2 基因樹型圖中與 A 類群歸在一起的序列：$AC_{(A)}$）合併共祖時間平均值為 12 萬年；B 與 C 群(僅有在 RPB2-*i* 內含子 2 基因樹型圖中與 B 類群歸在一起的序列：$BC_{(B)}$合併共祖時間平均值為 7 萬年

此外，使用貝葉氏導出式分析方式所算出的共祖時間平均值和中間值見表七，A 群共祖時間平均值為 17 萬年，中間值為 16 萬年；B 群共祖時間平均值為 10 萬年，中間值為 7 萬年；C 群共祖時間平均值為 23 萬年，中間值為 22 萬年；AB 共祖時間平均值為 36 萬年，中間值為 35 萬年；AC 共祖時間平均值為 29 萬年，中間值為 28 萬年；BC 共祖時間平均值為 24 萬年，中間值為 24 萬年；ABC 類群共祖時間平均值為 33 萬年，中間值為 32 萬年；$AC_{(A)}$共祖時間平均值為 17 萬年，中間值為 16 萬年；$BC_{(B)}$共祖時間平均值為 10 萬年，中間值為 16 萬年。

以上兩種方式算出的共祖時間一致，AB 共祖時間大於 AC 或 BC，AB 共祖時間大於 $AC_{(A)}$或 $BC_{(B)}$。由於平均值容易受到極端值的影響，所以在之後的討論部分以貝葉氏導出式分析方式所算出的中間值做探討。

表七. 以 *RPB2-i* intron 2 序列資料為依據的共祖時間估計。T：以 $t = 2N = \theta/2\mu$ 公式計算之分化時間（範圍），Tμ：以 Bayesian 式計算出的平均 TMRCA（95%CI），T_M：以 Bayesian inference 方式計算出的 TMRCA 之中間值。單位為千年(KY BP.)。

group	**A**	**B**	**C**	**AB**	**AC**	**BC**	**$AC_{(A)}$**	**$BC_{(B)}$**	**ABC**
T (range)	126	62	170	210	156	149	121	67	207
	(67-1072)	(33-527)	(90-1451)	(111-1788)	(83-1333)	(79-1268)	(64-1033)	(36-571)	(110-1765)
T μ (95%CI)	171	95	232	359	290	243	170	100	329
	(77-284)	(31-177)	(108-371)	(194-555)	(144-457)	(118-389)	(78-278)	(37-179)	(176-503)
T_M	163	86	224	350	280	235	161	93	319

五、討論

（一）葉綠體 *trn*K-*mat*K 內含子片段以及核片段 ITS 和 *RPB2-i* 內含子 2 在映山紅組杜鵑花的應用比較

1. nrITS 在台灣映山紅組杜鵑花變異少

nrITS 所建構的親緣關係樹中，台灣映山紅組杜鵑花種間無解析力（圖六、圖七），與 Tsai *et al.*（2006）研究結果類似，此片段僅能表示此組杜鵑花有極為相近的親緣關係，因此對本篇研究欲探討台灣映山紅組杜鵑的親緣關係沒有很大幫助。

2. *RPB2-i* 序列多拷貝現象為 partial gene duplication

Luo *et al.*（2007）研究發現，*RPB2-i* 基因片段在不同類群中有持續複製事件發生（(不論是經由多倍體化 polyploidization 或是 partial genome duplication），利用親緣關係樹型圖發現，有些類群最後會保留其複製品，有些類群的複製品則消失，而在杜鵑花科植物以往之研究中，並沒有發現 *RPB2-i* 基因有複製現象（Luo *et al*., 2007）。然而，本研究發現，台灣映山紅組杜鵑花許多種類都有多拷貝的現象，顯示杜鵑花科植物的複製事件還是持續發生，此與 Luo *et al.*（2007）的研究結果不相符合。

表三以及圖八中 *RPB2-i* 內含子 2 片段，除了 *R . oldhamii* 以外，其他物種同一個個體中都有一至四型的單型，顯示此片段在這些物種內至少有兩套，這兩套的組成可能是因為多倍體化導致整個基因體增加或是僅此片段複製所造成的，根據現有資料顯示台灣杜鵑花植物的染色體數皆相同（2n=26）（Hsu，1972），因此並不支持多倍體化的可能性，*RPB2-i* 核基因片段在這些物種內應是屬於 partial gene duplication。

3. 多拷貝的核基因 *RPB2-i* 在台灣映山紅組杜鵑花親緣關係探討的優點

葉綠體 DNA 以及 nrITS 片段在親緣關係的探討上應用很廣，但由於葉綠體基因體大部分為母系遺傳、nrITS 有協同演化，用來探討親緣關係時較簡單且單純，但若僅使用此兩種類型的片段，無法顯示被子植物核基因體複雜演化機制的結果，因此會喪失許多親緣關係的資訊（Oxelman *et al*., 2004）。Kim *et al.*（2008）利用核中多拷貝的 *LEAFY* 基因第二個內含子，發現 *Persicaria* 屬（Polygonaceae）有 15 個物種是異源多倍體，比之前只使用葉綠體和 nrITS 片段還多種，造成 nrITS 低估異源多倍體物種數之因是因為個體內的 ITS 已經被均質化（homogenize），而趨向母本的的序列。

以本篇研究為例，nrITS 在此組杜鵑花種間無解析力，無法幫助解釋台灣映山紅組杜鵑花的親緣關係，而利用經由 partial gene duplication、多拷貝的核 *RPB-i* 片段所建構的基因樹，再配合葉綠體 DNA 片段所建構的親緣關係樹，比單單只有使用葉綠體 DNA 或 nrITS 片段更可清楚的顯現台灣映山

紅組杜鵑花複雜的親緣關係。因此以下則使用葉綠體 *trn*K-*mat*K 內含子片段以及核 *RPB2-i* 內含子 2 片段對台灣映山紅組杜鵑花親緣關係做探討。

（二）台灣映山紅組杜鵑花的親緣關係探討

1. 台灣映山紅組杜鵑花主要分為四群

核 *RPB2-i* 片段以及葉綠體 DNA 片段都顯示台灣地區的映山紅組杜鵑種類的差異很小，許多類群之間並無明顯的界限，以葉綠體 DNA 片段建構之親緣關係樹型圖結果顯示，台灣映山紅組杜鵑花大致可以歸為三大群（圖四）：與外群親緣關係較接近的為 *R. oldhamii*；接下來又再分為兩群，第一群包含 *R. simsii*、*R. nakaharai*、*R. longiperulatum*、*R. noriakianum* 和 *R. kanehirai*，第二群包含 *R. taiwanalpinum*、*R. breviperulatum*、*R. lasiostylum* 和 *R. rubropilosum*；*RPB2-i* 內含子 2 基因樹顯示的結果則與葉綠體片段所顯示的結果不盡相同（圖八），*RPB2-i* 內含子 2 主要將台灣映山紅組杜鵑花歸為兩大群和一大類型：第一群包含 *R. simsii*、*R. longiperulatum*、*R. nakaharai*、*R. noriakianum*、*R. kanehirai* 和 *R. oldhamii*；第二群包含 *R. taiwanalpinum*、*R. breviperulatum* 和 *R. lasiostylum*；而另一大類型僅有 *R. rubropilosum*，相同個體內不同殖株的序列會分別歸在第一類群和第二類群中，且 *R. rubropilosum* 的殖株散落在不同的物種內。

綜合以上分子資料結果，台灣映山紅組杜鵑花十個物種大致可以歸為四大群，第一類群包含的物種有 *R. simsii*、*R. longiperulatum*、*R. nakaharai*、*R. kanehirai* 和 *R. noriakianum*；第二類群包含 *R. breviperulatum*、*R. lasiostylum* 和 *R. taiwanalpinum* ，第三類群為 *R. oldhamii*；第四類群為 *R. rubropilosum*。

2. *R. rubropilosum* 為雜交起源物種

R. rubropilosum 在 *RPB2-i* 內含子 2 片段中同時帶有兩大類型的拷貝，且這些殖株”散落”在兩大群中，各與不同物種歸在一起（圖八），且利用核基因 *RPB2-i* 內含子 2 片段計算遺傳歧異度，*R. rubropilosum* 的遺傳歧異度也大於其他兩大群物種（表六），造成此結果之原因有以下兩種推測（圖十一）：

(1) *R. rubropiloslum* 帶有 ABC 三大群分化之前的祖先型(即 *R. rubropilosum* 個體內不同型的的拷貝是在祖先時複製的結果)，而 A，B 兩大群分別往不同方向分化。

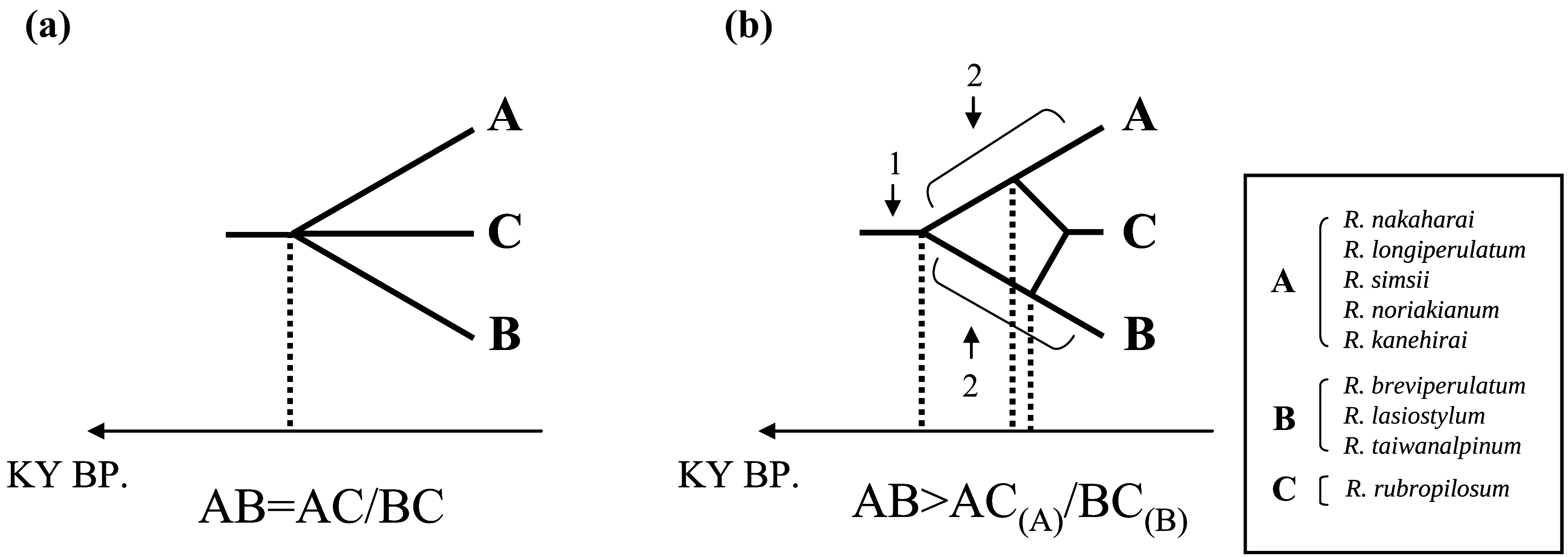
(2) *R. rubropilosum* 物種可能是在 A，B 兩大群各自分化之前的祖先雜交產生。

若 *R. rubropilosum* 是帶有祖先型序列的物種，其葉綠體 DNA 序列應該隨機的與 A 群或是 B 群歸在一起（也就是 A 群或是 B 群都可以當母本），然而在圖四中葉綠體的親緣關係樹型圖中，*R. rubropilosum* 完全與 B 群的物種歸在一起。此外，若 *R. rubropilosum* 是帶有祖先型序列的物種，所計算的 AB 共祖時間應該幾乎等於 AC 或是 BC 的共祖時間，然而在表七中，AB 群的共祖時間（35 萬年）遠大於 AC（28 萬年）或 BC（24 萬年）的共祖時間。

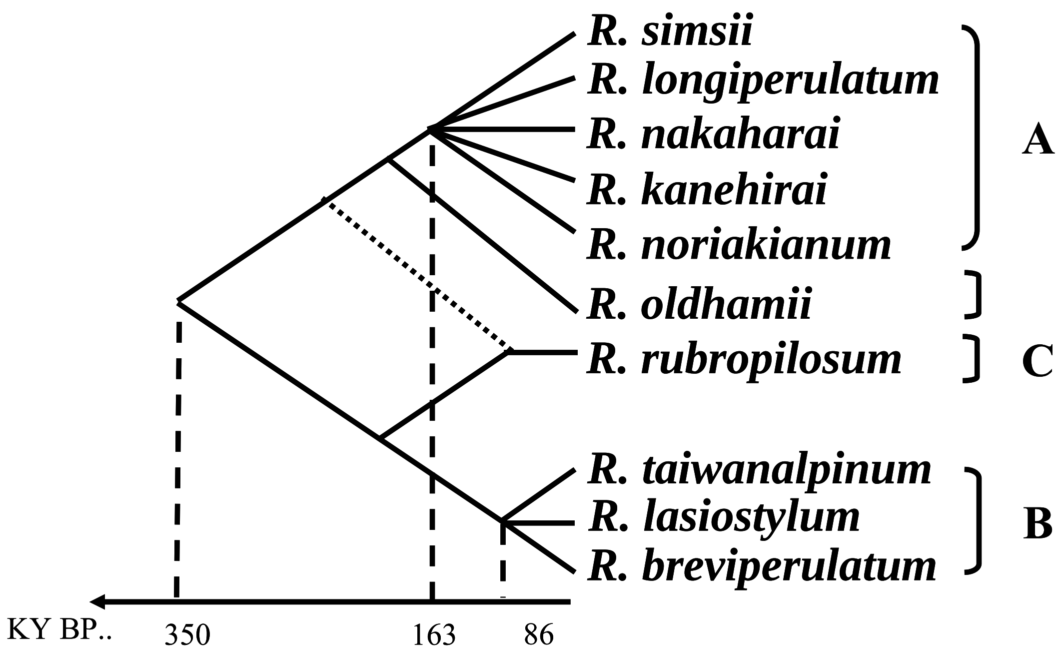
若 *R. rubropilosum* 是雜交起源物種，則 AB 的共祖時間（35 萬年）應大於 $AC_{(A)}$（16 萬年）或是 $BC_{(B)}$（9 萬年）的共祖時間，分析結果也符合此推論（表六）。由以上的推測，*R. rubropilosum* 為雜交起源物種，且由葉綠體 DNA 片段建構之親緣關係樹型圖結果得知其母本來自 A 群物種的祖先（圖四）。根據以上的結果，推測台灣映山紅組杜鵑花親緣關係示意圖（圖十二）。

承上，依據圖十一中 *R. rubropilosum* 雜交起源的結果以及討論一中提到 *RPB2-i* 核基因片段應是屬於 partial gene duplication 的結果，推測 *RPB2-i* 核

基因片段發生複製的時間點有以下兩種可能（圖十一），第一：複製發生在Ａ、Ｂ群分化之前；第二：複製在 A 和 B 群祖先獨自發生。若是第一種狀況，Ａ、Ｂ群個體內帶有的拷貝狀況應該一致，若是第二種狀況，A 群同個體內的拷貝會與 A 群其他個體的序列較相近，**B** 群同個體內的拷貝會與 B 群其他個體的序列較相近。由圖八 *RPB2-i* 基因樹型圖的結果顯示 A 群個體內的拷貝大部分皆與 A 群個體歸在一起,B 群個體內的拷貝也大部分皆與 B 群個體歸在一起，因此排除第一種可能性，複製應獨自發生在 A 和 B 群的祖先。



圖十一. 以 *RPB2-i* 內含子 2 序列建構之基因樹型圖為基準的 *R. rubopilosum* 可能之起源示意圖。右為 A、B、C 組分別所包含的物種，橫軸代表共祖時間，以千年為單位。(a)*R. rubropilosum* 帶有祖先型序列。(b)*R. rubropilosum* 為 A 與 B 群的祖先雜交起源之物種，數字 1 和 2 代表 *RPB2-i* intron 2 序列發生複製之可能時間點，數字 1 代表複製發生在A 、B群分化之前；數字 2 代表複製在 A 和 B 群祖先獨自發生。



圖十二. 台灣映山紅組杜鵑花親緣關係示意圖。

橫軸代表物種共祖距今時間。*R. simsii*、*R. longiperulatum*、*R. nakahara*、*R. noriakianumi* 和 *R. kanehirai* 為一大群；*R. oldhamii* 自成一群；*R. breviperulatum*、*R. lasiostylum* 和 *R. taiwanalpinum* 為另一大群；*R. rubropilosum* 是由 A 群的杜鵑花和 B 群的杜鵑花祖先雜交而產生，父本以虛線表示。

3. *R. rubropilosum* 為同倍體種化（homoploid speciation）的例子

前人研究顯示台灣杜鵑花植物的染色體數皆為2n=26（Hsu，1972），因此本研究中的*R. rubropilosum*是一個同倍體種化的例子。然而同倍體種化一般來說比異源多倍體種化（alloploidy speciation）發生的機率低很多，主要是因為異源多倍體種化可藉由多倍體化使子代與親代產生生殖隔離，且使其在行減數分裂時的染色體配對不會有問題，因此具有生殖力（Rieseberg，2001），但近幾年的研究發現有許多物種是經由同倍體種化所產生的，而這些物種可以利用環境產生的隔離或者是染色體重排（chromosomal rearrangement）的方式使其可以建立同倍體的雜交物種（Rieseberg，2001）。Zhang *et al.*（2007）利用形態再配合分子證據發現杜鵑花科植物*Rhododendron agastum*是同倍體種化起源的物種，Milne *et al.*（1999）和Milne *et al*.（2004）利用分子以及形態特徵研究土耳其境內共域的杜鵑花物種雜交現象，發現其中分佈在Tiryal Daga的雜交種*Rhododendron x sochadzeae*（*R. ponticum x R. caucasicum*）也為同倍體。

本研究中*R. rubropilosum*為另一個同倍體種化的例子，然而是何種特殊染色體機制以及環境因子造成此雜交種的建立還必須做更進一步的探討。

（三）*R. rubropilosum*在nrITS序列與核基因*RPB2-i*內含子2序列資料多型性現象不同之可能性

在先前討論的第一點中提到，nrITS 在台灣映山紅組杜鵑花中種間無區別，對親緣關係的探討沒有幫助，因此本研究在探討親緣關係時無使用 nrITS 的結果，然而 nrITS 序列中的多型性現象與 *RPB2-i* 內含子 2 序列所顯現的多型性現象不盡相同，在此提出來做討論。

RPB2-i 內含子 2 序列資料中，*R. rubropilosum* 兩種型的拷貝可分別在兩大群中找到（圖八），而 ITS 序列資料中，*R. rubropilosum* 第 44 與第 364 多型性位點（R）只有一個型（A）可以在內群中找到（表五）。這與我們研究之初所預期的，可以在ITS序列資料中看到雜交起源種*R. rubropilosum* 會有不同兩親本拷貝的推測不符合。

ITS 雖然在親緣關係的應用很廣，但有以下的缺點使得當使用 ITS 做親緣關係探討時，必須將之要考慮進去（Alvarez & Wendel, 2006）。當雜交或是多倍體化時，個體內同時帶有來自兩親本物種不同的 ITS 片段，當時間不夠長足夠進行 concerted evolution，同個個體內即會有兩個不同型的 ITS 序列，此外，同源或者非同源的片段之間的重組現象也會混亂 ITS 在親緣關係上的探討（Álvarez *et al*., 2003）。另有研究指出，雜交個體的 ITS 經由協同演化後，體內的 ITS 序列會往一方偏移，趨向某一親本種，因此在親緣關係的探討上，即喪失了另一親本種的資訊（Wendel *et al*., 1995）。

當所探討的物種沒有雜交或是異源多倍體的情況時，經過同質化的 ITS 序列可以是很好的材料來探討親緣關係，反之，ITS 則無法顯現複雜的物種關係。反過來說，當雜交物種的 ITS 保留有兩種型的親本 ITS 序列，則可以幫助我們判定物種間的起源關係。以上有關 ITS 在親緣關係探討的適用性與 ITS 協同演化事件是否完全及聚合脢連鎖反應擴增出的產物是否同源有關。

本研究中，*R. rubropilosum* 為 A 與 B 群的祖先雜交而起源的物種，而 A 或 B 群的祖先在 ITS 序列中帶有何種型的拷貝的情況並不清楚，此外，上述 ITS 在

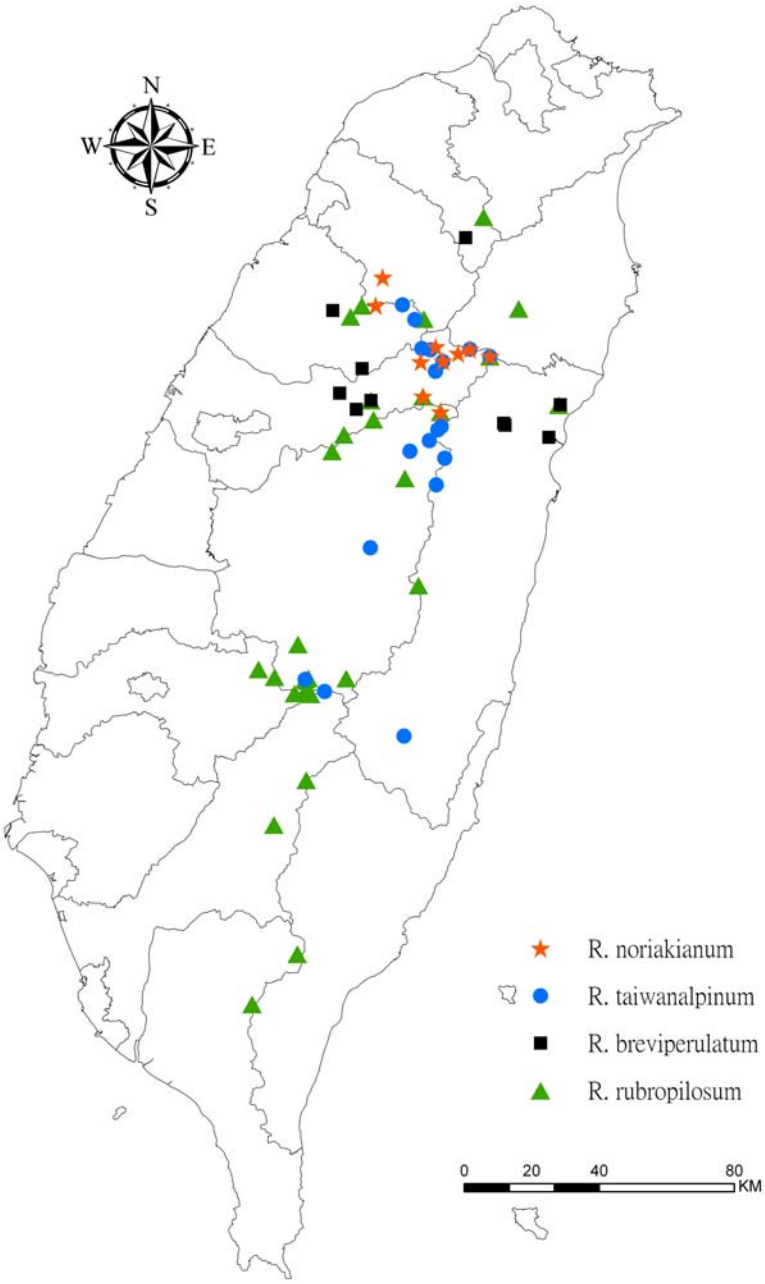
植物基因體中特殊的演化機制，都有可能造成此不一致的情形產生。

（四）*RPB2-i* 內含子 2 基因樹型圖中的例外個體可能為偶發之基因交流

R. noriakianum 和 *R. taiwanalpinum* 在 *RPB2-i* 內含子 2 基因樹中，有些個體的殖株（R.nor 239_5，R.tai 164_15）以及 *R. breviperulatum* 的 R.bre 123 個體位置處在兩種型的模糊地帶或與原先預期的歸群方式不符合（圖八），且在 ITS 序列資料中，*R. rubropilosum* 在第 44 與 364 位點（表五）大部分的個體為 A、T（R）多型性，而 *R. noriakianum* 與 *R. taiwanalpinum*，有些個體（*R. noriakianum* 141、*R. taiwanalpinum* 164 與 *R. taiwanalpinum* 246）在此兩位點有不明顯的多型性，此與 *RPB2-i* 核 DNA 片段所出現的例外個體之結果可以相互呼應，顯示 *R.noriakianum*，*R. taiwanalpinum* 和 *R. breviperulatum* 可能與不同群的物種彼此有基因交流現象。檢視 R. nor 239，R. tai164 以及 R. bre 123 個體在葉綠體 *trn*K-*mat*K 片段的親緣關係圖結果，此三個體皆與其本來物種歸在一起，顯示雜交個體基因交流應為單方向性，亦即雜交個體葉綠體片段之母本來源為本身的物種。

R. noriakianum 分布在中北部中高海拔草生地，*R. taiwanalpinum* 分布在中北部高海拔開闊地，*R. breviperulatum* 中部和東部低中海拔開闊地。此外，仔細檢視例外個體樣本，採集地點主要以中部的山區，桃山、能高越嶺、中橫公路沿線為主，推測可能是因為此三物種因棲地有連續分布(圖十三)，造成這些近緣物種有基因交流的機會。

將例外個體基因交流的狀況與雜交起源種 *R. rubropilosum* 比較，*R. rubropilsoum* 分布範圍較廣，分布地為中央山脈中高海拔開闊地，且 *R. rubropilosum* 南部的的分布地並無與其他物種的杜鵑棲地重疊，而例外個體的物種分布範圍較小，且分布地與其他的物種重疊(圖十三)；此外， *R. rubropilsoum* 現今的分布廣泛且族群數量多的現象顯示此物種的適應性良好，應是較早期以建立的雜交事件，而已本實驗結果，並無法確定例外個體所代表的雜交事件的頻率以及雜交後代適應狀況。



圖十三. *R. rubropilosum*、 *R. taiwanalpinum*、*R. breviperulatum* 以及 *R. noriakianum* 分布圖。(以國立台灣大學植物標本館 http://tai.ntu.edu.tw/Default.htm 為依據)。

（五）與 Yamazaki（1996）形態研究結果比較

Yamazaki 依據葉子為革質以及小枝和葉子背面中脈具有不規則鋸齒狀的長毛（fringed hair）將 *R. taiwanalpinum*、*R. rubropilosum* 以及 *R. breviperulatum* 歸為一類；依據小枝以及花的苞片上具有腺毛（glandular hair）將 *R. oldhamii* 分出；接著再以花冠以及葉子的大小將剩下的五個分類群歸為兩大群，花冠直徑小於 2.5 公分、葉子長度小於 1.5 公分的有 *R. noriakianum*，花冠直徑大於 2.5 公分、葉子長度大於 1.5 公分的有 *R. nakaharai*、*R. longiperulatum* 以及 *R. kanehirai*。

上述依據形態研究之分類結果與本研究中葉綠體 DNA 片段的親緣關係樹狀圖（圖四）的歸群結果相吻合，但本研究配合核 *RPB2-i* 內含子 2 片段一起分析後的結果，將台灣映山紅組杜鵑花分為四個類群（圖十二），與 Yamazaki 的形態分類資料比較（表一），除了 *R. rubropilosum* 在本研究中為一雜交起源的獨立分類群之外，大致的分子結果與其形態結果處理相吻合，且由葉綠體 DNA 片段建構之親緣關係樹型圖可知，*R. rubropilosum* 的母本是 A 群物種的祖先（圖四）。

本研究利用分子工具與 Yamazaki 系統分類結果相比較，更能清楚解釋此組杜鵑花的親緣關係。

(六)有關台灣映山紅組杜鵑花起源的探討以及未來的工作

本研究中的分子資料親緣關係歸群結果，台灣的映山紅組杜鵑花分為四群（其中包含一雜交起源種），此外，此組杜鵑花在外表形態雖極為相近，但也有許多與其形態相近的映山紅組杜鵑花物種分佈在鄰近地區，中國植物志依據 Sleumer（1949）的系統概念和 Gray（1878）的觀點，此組杜鵑花包含了 80 幾個物種，Yamazaki（1996）的研究中，台灣映山紅組杜鵑花又分屬於映山紅組下不同的亞組當中（表一），不同亞組內各有與台灣映山紅組形態更為相近的物種，因此若以形態分群結果，台灣映山紅組杜鵑花並非為一單系群。由以上，推測台灣映山紅組杜鵑花可能有三個以上的來源，第一個來源分化成現今的 *R. simsii*、*R. longiperulatum*、*R. nakaharai*、*R. kahehirai* 和 *R. noriakianum*；第二個來源分化成現今的 *R. breviperulatum* 和 *R. taiwanalpinum*；第三個來源則是 *R. oldhamii*；而 *R. rubropilosum* 是雜交產生的。

然而，在共祖時間分析資料當中（表七），共祖的時間由 B 群的 9 萬年、A 群的 16 萬年，到 AB 群的 35 萬年，時間尺度範圍甚大，而地球最近一次冰期結束的時間約在一萬年前，上述的時間尺度之間包含了許多次的冰期，因此無法得知不同來源的台灣映山紅組杜鵑花是否在某次冰河時期，藉由陸橋由中國進入台灣，再分化而成，還是先分化再分別進入台灣，因此對於確切的起源次數無法確定。

未來若想要探討台灣映山紅組杜鵑花的更詳盡的演化歷史，應完整蒐集此組杜鵑花所有的物種，才能更進一步的了解台灣映山紅組杜鵑花起源與分化。

六、結論

與前人之分子研究結果相比較，本研究對台灣映山紅祖杜鵑花的採樣較完整，且同時使用葉綠體 DNA 以及有多拷貝之核 *RPB2-i* 基因片段，分子的解析力較高，因此可以解釋台灣形態相近且特有種比例高之映山紅組的杜鵑花親緣關係。利用親緣關係樹的重建、遺傳歧異度以及共祖時間的計算結果，將此十個物種歸為四大群，第一類群包含四個物種：*R. simsii*、*R. nakaharai*、*R. longiperulatum*、*R. kanehirai* 和 *R. noriakianum*；第二群包含三個物種：*R. breviperulatum*、*R. lasiostylum* 和 *R. taiwanalpinum*；第三群為 *R. oldhamii*；第四群為 *R. rubropilosum*，此為一雜交起源物種。此外，本研究的分子資料結果與 Yamazaki（1996）形態分類研究結果比較，除了 *R. rubropilosum* 為一雜交起源且獨立的分類群之外，其他物種的親緣關係與 Yamazaki 形態的歸群結果相吻合，因此配合分子研究的結果，更能詳盡的解釋台灣映山紅組杜鵑花的親緣關係。

由本研究親緣關係樹歸群結果以及前人形態研究結果推測台灣映山紅組杜鵑花可能有三個以上的來源，但由於物種種類蒐集不足，無法確定台灣映山紅組杜鵑真正起源次數，因此未來若想要探討台灣映山紅組杜鵑花的更詳盡的演化歷史，應詳盡蒐集此組杜鵑花所有的物種且使用更靈敏的標記，才能更進一步的了解台灣映山紅組杜鵑花起源與分化。

七、參考文獻

呂勝由，楊遠波。1989。台灣杜鵑花屬植物之訂正。林業試驗所研究報告季刊 4(4)：155-166。

何明友。1994。中國植物誌第五十七卷第二分冊:378-435。科學出版社。

沈中桴。1996。台灣的生物地理：1. 背景。台灣省立博物館年刊 39：387-428。

沈中桴。1997。台灣的生物地理：2. 一些初步思考與研究。台灣省立博物館年刊 40：361-450。

李德銖，高連明，楊俊波，張長芹。2002。基于 ITS 序列分析探討杜鵑屬映山紅亞屬的組間關係。雲南植物研究 24 (3)：313-320。

金平亮三。1936。台灣樹木誌。537-549 頁。

范明仁，王昭月，羅舜方，曾彥學。2003。台灣原生杜鵑屬（Rhododendron spp.）種源遺傳歧異性之分析。中華農業研究就 52：258-267。

黃士穎，徐國凱。2001。應用葉綠體 *trn*F-*trn*L 核酸序列探討台灣八種杜鵑花之分子親緣關係。台灣林葉科學 24 (3)：153-160。

蔡奇助，蔡素蕙，黃勝忠。1999。台灣原生杜鵑核糖體核酸內轉錄間隔區之選殖及分析。台中農業改良場研究彙報 64：13-26。

Álvarez, I, and J. F. Wendel. 2003. Ribosomal ITS sequences and plant phylogenetic inference. *Mol. Phylogenet. Evol.* 29: 417-434.

Bailey, C. D., G. C. Timothy, A. H. Stephen, and E. H. Colin. 2003. Characterization of angiosperm nrDNA polymorphism, paralogy, and pseudogenes. *Mol. Phylogenet. Evol.* 29: 435-255.

Barrier, M., B. G. Baldwin, R. H. Robichaux, and M. D. Purugganan.1999. Interspecific hybrid ancestry of a plant adaptive radiation: allopolyploidy of the Hawaiian silversword alliance (Asteraceae) inferred from floral homeotic gene duplications. *Mol. Biol. Evol*. 16(8): 1105-1113.

Comes, H. P., A, Tribsch, and C. Bittkay. 2008. Plant speciation in continental island floras as exemplified by *Nigella* in the Aegean archipelago. *Phil. Trans. R. Soc. B* 363, 3083–3096.

Drummond, A. J., and A. Rambaut. 2007. BEAST: Bayesian evolutionary analysis by sampling trees. *BMC Evol.Biol.* 7:214.

Doyle, J. J., and J. L. Doyle. 1990. A rapid total DNA preparation procedure for fresh plant tissue. *Focus* 12: 13-15.

Fortune, P. M., N. Pourtau, N. Viron, and M. L. Ainouche. 2008. Molecular phylogeny and reticulate origins of the polyploidy *Bromus* species from section *Genea* (Poaceae). *Am. J. Bot.* 95(4):454-464.

Gao, L. M., J. G. Yang, C. Q. Zhang, and D. Z. Li 2002. Phylogenetic relationship of subgenus *Tsutsusi* (*Rhododendron*) based on ITS sequences. *Acta Bot. Yunnanica* 24(3): 313-320.

Geiger, J. M, and O. T. A. Ranker. 2004. Molecular phylogenetics and historical biogeography of Hawaiian *Dryopteris* (Dryopteridaceae). *Mol. Phylogenet. Evol.* 34:392-407.

Goetsch, L., A. J. Eckert, and B. D. Hall. 2005. The molecular systematics of *Rhododendron* (Ericaceae): a phylogeny based upon *RPB2* gene sequences. *Syst. Bot.* 30(3): 616-626.

Goncalves, H., I. M. Solano, N. Ferrand, and M. G. Paris. 2007. Conflicting phylogenetic signal of nuclear vs mitochondrial DNA markers in midwife toads (Anura, Discoglossidae, *Alytes*): Deep coalescence or ancestral hybridization? *Mol. Phylogenet. Evol.* 44: 494-500.

Good, R. 1953. The Geography of Flowering plants. Longmans, London.

Hall, T. A. 1999. BioEdit: A user-friendly biological sequence alignment editor and analysis program for Window95/98/NT. *Nucl. Acids. Symp. Ser*. 41: 95-98.

Hatushima S. 1980. Origin of the flora in the Ryukyu Islands. *In* K. Kizaki [ed.], Natural history of the Ryukyus, 113–123. Tsukiji-shokan, Tokyo, Japan (in Japanese)

Hsu, C. C. 1973. Biosystematic investigation on the Rhododendrons of Taiwan. *Proc. Natl. Sci. Counc.* 6: 13-50.

Javier, F. O., K. J. Robert, and S. G. Arnoldo. 1995. Chloroplast DNA evidence of colonization, adaptive radiation, and hybridization in the evolution of Macaronesian flora. *Proc. Natl. Acad. Sci USA* 93: 4085-4090.

Kim, S. T, and M. J. Donoghue. 2008. Incongruence between cpDNA and nrITS trees indicates extensive hybridization within *Eupersicaria* (Polygonaceae). *Amer. J. Bot.* 95(9): 1122-1135.

Kim, S. T., S. E. Sultan, and M. J. Donoghue. 2008. Allopolyploid speciation in *Persicaria* (Polygonaceae): Insights from a low-copy nuclear region. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 105(34): 12370-12375.

Kumar. S., K. Tamura, and M. Nei. 2004. MEGA3: Integrated software for molecular evolutionary genetics analysis and sequence alignment. *Brief Bioinformatics* 5: 150-163.

Kurashige, Y., J. I. Etoh, T. Handa, K. Takayanagi, and T. Yukawa. 2001. Sectional relationships in the genus *Rhododendron* (Ericaceae): evidence from *mat*K and *trn*K intron sequences. *Pl. Syst. Evol*. 228: 1-14.

Li, H. L. 1978. Rhododendron. In Li, H. L. *et al*. (eds.) Flora of Taiwan. 4: pp. 23-37..

Lu, S. Y., and Y. P. Yang. 1998. Rhododendron. In. Huang, T. C. *et al.* (eds.), Flora of Taiwan 2nd edition.4: pp. 22-33.

Luo, J., N. Yoshikawa, M. C. Hodson, and B. D. Hall. 2007. Duplication and paralog sorting of *RPB2* and *RPB1* genes in core eudicots. *Mol. Phylogenet. Evol.* 44: 850-862.

Mile, R. I., R. J. Abbott, K. Wolff, and D. F. Chamberlain. 1999. Hybrdization among sympatric species of *Rhododendron* (Ericaceae) in Turkey: morphological and molecular evidence. *Am. J. Bot.* 86(12): 1776-1785.

Mile, R. I., S. Terzioglu, and R. J. Abbott. 2004. Origin and maintenance of *Rhododendron x sochadzeae*, a fertile F1 hybrid which occupies an ecotone between *R. ponticum* and *R. caucasicum* in Turkey. *Turk. J. Bot*. 28:83-100.

Moller, M, and Q. C. B. Cronk. 1997. Phylogeny and disjunct distribution: evolution of *Saintpaulia* (Gesneriaceae): *Proc. R. Soc. Lond. B.* 264: 1827-1836.

Moody, M. L, and D. H. Les. 2002. Evidence of hybridity in invasive watermilfoil (*Myriophyllum*) populations. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 99(23): 14867-14871.

Oxelman, B., N. Yoshikawa., B. L. McConaughy., J. Luo., A. L. Denton, and B. D. Hall. 2004. *RPB2* gene phylogeny in flowering plants, with particular emphasis on asterids. *Mol. Phylogenet. Evol.* 32: 462-479.

Pfeil. B. E., C. L. Brubaker, L. A. Craven, and M. D. Crisp. 2004. Paralogy and orthology in the Malvaceae *rpb2* gene family: investigation of gene duplication in *Hibiscus*. *Mol. Biol. Evol*. 21(7): 1528-1437.

Popp, M., A. Gizaw, S. Nemomissa, J. Suda, and C. Brochmann. 2008. Colonization and diversification in the African ‘sky islands’ by *Eurasian Lychnis* L. (Caryophyllaceae). *J. Biogeogr*. 35: 1016-1029.

Posada, D., and K. A. Crandall. 1998. Modeltest: testing the model of DNA substitution. *Bioinformatics* 14: 817-818.

Provan, J., N. Soranzo, N. J. Silson, D. B. Goldstein, and W. Powell. 1999. A low mutation rate for chloroplast microsatellites. *Genetics* 153: 943-947.

Rieseberg, L. H. (2001) Chromosomal rearrangements and speciation. *Trends Ecol. Evol.* 16: 351-358.

Richard, I. M., J. A. Richard, W. W. Kirsten, and F. C. David. 1999. Hybridization among sympatric species of *Rhododendron* (Ericaceae) in Turkey:

Morphological and molecular evidence. *Am. J. Bot.* 86(12): 1776-1785.

Ronquist, F., J. P. Huelsenbeck. 2003. MrBayes 3: Bayesian phylogenetic inference under mixed models. *Bioinformatics.* 19:1572–1574.

Rozas, J., J. C. Sánchez-DelBarrio, X. Messeguer, and R. Rozas. 2003. DnaSP, DNA polymorphism analyses by the coalescent and other methods. *Bioinformatics* 19: 2496-2497.

Sharma, A. K, and A. Sharma. 2005. Plant Genome – Biodiversity and Evolution. Science Publishers. pp.57-65.

Sleumer, H. 1949. Ein System der Gattung Rhododendron L. *Bot. Jahrb. Syst.* 74: 511-553.

Soltis, D. E., P. S. Soltis, and F. F. Doyle. 1998. *Molecular systematics of plants II*: Kluver Academic Publishers. p. 16.

Swofford, D. L. 1998. PAUP*. Phylogenetic analysis using parsimony. Version 4.0. beta. Sinauer, Sunderland, MA.

Tsai, C. C., S. C. Huang, C. H. Chen, Y. H. Tseng, P. L. Huang, S. H. Tsai, and C. H. Chou. 2003. Genetic relationships of *Rhododendron* (Ericaceae) in Taiwan based on the sequence of the internal transcribed spacer of ribosomal DNA. *J. Hort. Sci. Biotech.* 78(2): 234-240.

Wendel, J, F, and J. J. Doyle. 1998. Phylogenetic incongruence: window into genome history and molecular evolution. Molecular systematics of plants II. *Kluwer Academic Press, Dordrecht.* pp. 265-296.

Wendel, J. F., A. Schnabel, and T. Seelanan. T. 1995. Bidirectional interlocus concerted evolution following allopolyploid speciation in cotton (*Gossypium*). *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 92: 280-284.

Wilson, E. H. 1925. The rhododendrons of eastern China, the Bonin and Liukiu islands and of Formosa. *J. Arnold. Arb.* 8: ,-191.

Yamazaki, T. 1996. A revision of the genus Rhododendron in Japan, Taiwan, Korea and Sakhalin. Minoru OKADA, Tsumura Laboratory.

Zang, J. L., C. Q. Zang, L. M. Gao, J. B. Yang., and H. T. Li. 2007. Natural hybridization origin of *Rhododendron agastum* (Ericaceae) in Yunnan, China: inferred from morphological and molecular evidence. *J. Plant Res.* 120: 457-463.

附錄一、樣本編號與採集號對照表。

樣本編號	採集號	樣本編號	採集號	樣本編號	採集號
R. sim 74	HCC26	R. old 86	HCC 28	R. bre 129	HCC 47
R. sim76	HCC27	R. old 163	HCC 104	R. bre 175	HCC 113
R. nak 170	HCC 109	R. old 337	HCC 158	R. bre g7	HCC 130
R. nak 171	HCC 110	R. nor 130	HCC 49	R. las 445	HCC 211
R. nak 183	HCC 119	R. nor 141	CCW577	R. tai 164	HCC 105
R. nak 187	HCC 122	R. nor 239	HCC 136	R. tai 246	HCC 138
R. nak 328	HCC 157	R. nor 240	HCC 137	R. tai 360	HCC 163
R. nak 377	HCC 164	R. rub 137	HCC 55	R. tas 405	HCC 187
R. nak 391	HCC 165	R. rub 180	HCC 117	R. mor 40	HCC 25
R. lon 312	HCC 151	R. rub 232	HCC 133	R. pse 167	HCC 106
R. lon 317	HCC 152	R. rub 258	HCC 139	R. hyp 356	HCC 162
R. kan 117	HCC 44	R. rub 265	HCC 140	R. mar 172	HCC 111
R. kan 118	HCC 45	R. bre 123	HCC 46	R. chi 11	HCC 23
R. old 20	HCC 24	R. bre 124	HCC 46		

HCC: 鄭杏倩
CCW: 吳家進

附錄二、*trn*K 到 *mat*K 的合併的單型（haplotye）。1-805 位點為 *trn*k n3914F 到 *mat*K ER 引子擴增的序列，第 806-1462 位點為 *mar*K 3MF 到 *trn*K 2R 引子擴增的序列。

Site																										1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	1	1	1	2	2	2	2	3	3	3	3	4	5	5	5	5	5	5	6	6	7	7	7	8	8	9	0	0	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	5	5	7	1	2	4	5	3	5	6	7	4	2	2	2	2	2	6	5	8	5	7	9	1	2	1	5	7	1	2	2	3	5	5	1	1	1	3	3	3	3	4	4	7	7
haplotype	1	2	1	9	6	6	5	6	0	4	0	9	2	3	4	5	7	5	8	5	1	2	6	3	8	1	0	7	9	0	1	1	2	4	5	6	7	6	7	8	9	9	1	4	6
Hap_1	A	T	A	G	A	C	C	T	A	T	C	C	-	-	-	-	C	C	T	A	G	T	G	T	G	A	G	G	G	A	T	C	G	G	-	-	-	-	-	-	-	-	-	A	G
Hap_2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	-	-	-	-	.	.	C	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	.	.
Hap_3	.	.	-	.	.	.	.	.	.	.	.	.	-	-	-	-	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	T	.	.	.	.	.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	.	.
Hap_4	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	T	.	-	-	-	-	.	.	.	-	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	.	T
Hap_5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	T	.	-	-	-	-	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	.	T
Hap_6	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	G	T	C	T	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	T	.	.	.	.	.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	G	.
Hap_7	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	G	T	C	T	.	.	.	-	.	.	.	.	.	.	.	.	T	.	.	.	.	.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	G	.
Hap_8	G	C	.	.	.	T	A	G	G	.	.	.	G	T	C	T	T	T	.	.	.	C	.	G	C	.	.	A	.	G	G	.	.	A	A	T	T	A	C	C	C	A	-	G	.
Hap_9	G	C	.	.	.	T	A	G	G	.	.	.	G	T	C	T	T	T	.	.	.	C	.	.	C	G	.	.	.	G	G	.	.	A	A	T	T	A	C	C	C	A	A	G	.
Hap_10	G	C	.	.	.	T	A	G	G	.	.	.	G	T	C	T	T	T	-	.	.	C	.	.	C	G	.	.	.	G	G	.	.	A	A	T	T	A	C	C	C	A	A	G	.
Hap_11	G	C	.	.	.	T	A	G	G	.	.	.	G	T	C	T	T	T	.	-	.	C	.	.	C	G	.	.	.	G	G	.	.	A	A	T	T	A	C	C	C	A	A	G	.
Hap_12	G	C	.	.	.	T	A	G	G	.	.	.	G	T	C	T	T	T	.	.	.	C	.	.	C	G	.	.	.	G	G	.	.	A	A	T	T	A	C	C	C	A	-	G	.
Hap_13	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	G	T	C	T	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	T	.	.	A	.	.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	G	.
Hap_14	.	C	.	C	G	.	.	G	G	-	.	A	G	T	C	T	.	.	.	.	A	C	A	G	.	.	C	.	.	G	G	.	A	.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	G	.

附錄三、樣本 *trn*K 到 *mat*K 單型（haplotype）對照表。

haplotype	samples
Hap_1	R. sim 74, R. sim 76, R. nak 170, R. nak 328, R. lon 312, R. lon 317, R. kan 117, R. kan 118, R. nor 141, R. nor 239
Hap_2	R. nak 377
Hap_3	R. old 20, R. old 163, R. old 337
Hap_4	R. rub 180
Hap_5	R. rub 258, R. rub 265, R. bre 123, R. bre 175, R. las 445, R. tai164, R. tai 246, R. tai360
Hap_6	R. tas 405
Hap_7	R. tas 415
Hap_8	R. for S1, R. for GW1
Hap_9	R. rub R1, R. mor 40
Hap_10	R. rub R2
Hap_11	R. pse 167
Hap_12	R. hyp 356
Hap_13	R. mar 172
Hap_14	R. ell 1

附錄四、*RPB2-i* intron 2 原始資料矩陣。

	1 10 20 30 40 50 60	70 80 90 100 110 120
R.sim 74_2	AACGTTTTGAATTTGGATTATGCTCTTACAAGCAGGCCCAGTCTAGATGCAAGCCGGAAC	CAACCAATGTCATTGGCTGTAGTTGGTTAAAAGTTTGGTTGGCTCCACGCAACAGATAAA
R.sim 74_4	AACGTTTTGAATTTGGATTATGCTCTTACAAGCAGGCCCAGTCTAGATGCAAGCCGGAAC	CAACCAATGTCATTGGCTGTAGTTGGTTAAAAGTTTGGTTGGCTCCACGCAACAGATAAA
R.sim 74_7	AACGTTTTGAATTTGGATTATGCTCTTACAAGCAGGCCCAGTCTAGATGCAAGCCGGAAC	CAACCAATGTCATTGGCTGTAGTTGGTTAAAAGTTTGGTTGGCTCCACGCAACAGATAAA
R.sim 74_10	AACGTTTTGAATTTGGATTATGCTCTTACAAGCAGGCCCAGTCTAGATGCAAGCCGGAAC	CAACCAATGTCATTGGCTGTAGTTGGTTAAAAGTTTGGTTGGCTCCACGCAACAGATAAA
R.sim 76_2	AACGTTTTGAATTTGGATTATGCTCTTACAAGCAGGCCCAGTCTAGATGCAAGCCGGAAC	CAACCAATGTCATTGGCTGTAGTTGGTTAAAAGTTTGGTTGGCTCCACGCAACAGATAAA
R.sim 76_7	AACGTTTTGAATTTGGATTATGCTCTTACAAGCAGGCCCAGTCTAGATGCAAGCCGGAAC	CAACCAATGTCATTGGCTGTAGTTGGTTAAAAGTTTGGTTGGCTCCACGCAACAGATAAA
R.nak 170_1	AACGTTTTGAATTTGGATTATGCTCTTACAAGCAGGCCCAGTCTAGATGCAAGCCGGAAC	CAACCAATGTCATTGGCTGTAGTTGGTTAAAAGTTTGGTTGGCTCCACGCAACAGATAAA
R.nak 170_2	AACGTTTTGAATTTGGATTATGCTCTTACAAGCAGGCCCAGTCCAGATGCAAGCCGGAAC	CAACCAATGTCATTGGCTGTAGTTGGTTAAAAGTTTGGTTGGCTCCACGCAACAGATAAA
R.nak 170_10	AACGTTTTGAATTTGGATTATGCTCTTACAAGCAGGCCCAGTCCAGATGCAAGCCGGAAC	CAACCAATGTCATTGGCTGTAGTTGGTTAAAAGTTTGGTTGGCTCCACGCAACAGATAAA
R.nak 171_2	AACGTTTTGAATTTGGATTATGCTCTTACAAGCAGGCCCAGTCCAGATGCAAGCCGGAAC	CAACCAATGTCATTGGCTGTAGTTGGTTAAAAGTTTGGTTGGCTCCACGCAACAGATAAA
R.nak 171_3	AACGTTTTGAATTTGGATTATGCTCTTACAAGCAGGCCCAGTCCAGATGCAAGCCGGAAC	CAACCAATGTCATTGGCTGTAGTTGGTTAAAAGTTTGGTTGGCTCCACGCAACAGATAAA
R.nak 171_11	AACGTTTTGAATTTGGATTATGCTCTTACAAGCAGGCCCAGTCTAGATGCAAGCCGGAAC	CAACCAATGTCATTGGCTGTAGTTGGTTAAAAGTTTGGTTGGCTCCACGCAACAGATAAA
R.nak 183_3	AACGTTTTGAATTTGGATTATGCTCTTACAAGCAGGCCCAGTCTAGATGCAAGCCGGAAC	CAACCAATGTCATTGGCTGTAGTTGGTTAAAAGTTTGGTTGGCTCCACGCAACAGATAAA
R.nak 183_12	AACGTTTTGAATTTGGATTATGCTCTTACAAGCAGGCCCAGTCCAGATGCAAGCCGGAAC	CAACCAATGTCATTGGCTGTAGTTGGTTAAAAGTTTGGTTGGCTCCACGCAACAGATAAA
R.nak 187_2	AACGTTTTGAATTTGGATTATGCTCTTACAAGCAGGCCCAGTCCAGATGCAAGCCGGAAC	CAACCAATGTCATTGGCTGTAGTTGGTTAAAAGTTTGGTTGGCTCCACGCAACAGATAAA
R.nak 187_4	AACGTTTTGAATTTGGATTATGCTCTTACAAGCAGGCCCAGTCTAGATGCAAGCCGGAAC	CAACCAATGTCATTGGCTGTAGTTGGTTAAAAGTTTGGTTGGCTCCACGCAACAGATAAA
R.nak 187_5	AACGTTTTGAATTTGGATTATGCTCTTACAAGCAGGCCCAGTCTAGATGCAAGCCGGAAC	CAACCAATGTCATTGGCTGTAGTTGGTTAAAAGTTTGGTTGGCTCCACGCAACAGATAAA
R.nak 187_6	AACGTTTTGAATTTGGATTATGCTCTTACAAGCAGGCCCAGTCCAGATGCAAGCCGGAAC	CAACCAATGTCATTGGCTGTAGTTGGTTAAAAGTTTGGTTGGCTCCACGCAACAGATAAA
R.nak 328_2	AACGTTTTGAATTTGGATTATGCTCTTACAAGCAGGCCCAGTCTAGATGCAAGCCGGAAC	CAACCAATGTCATTGGCTGTAGTTGGTTAAAAGTTTGGTTGGCTCCACGCAACAGATAAA
R.nak 328_10	AACGTTTTGAATTTGGATTATGCTCTTACAAGCAGGCCCAGTCTAGATGCAAGCCGGAAC	CAACCAATGTCATTGGCTGTAGTTGGTTAAAAGTTTGGTTGGCTCCACGCAACAGATAAA
R.nak 377_2	AACGTTTTGAATTTGGATTATGCTCTTACAAGCAGGCCCAGTCTAGATGCAAGCCGGAAC	CAACCAATGTCATTGGCTGTAGTTGGTTAAAAGTTTGGTTGGCTCCACGCAACAGATAAA
R.nak 377_3	AACGTTTTGAATTTGGATTATGCTCTTACAAGCAGGCCCAGTCTAGATGCAAGCCGGAAC	CAACCAATGTCATTGGCTGTAGTTGGTTAAAAGTTTGGTTGGCTCCACGCAACAGATAAA
R.nak 391_5	AACGTTTTGAATTTGGATTATGCTCTTACAAGCAGGCCCAGTCTAGATGCAAGCCGGAAC	CAACCAATATCATTGGCTGTAGTTGGTTAAAAGTTTGGTTGGCTCCATGCAACAGATAAA
R.nak 391_11	AACGTTTTGAATTTGGATTATGCTCTTACAAGCAGGCCCAGTCTAGATGCAAGCCGGAAC	CAACCAATATCATTGGCTGTAGTTGGTTAAAAGTTTGGTTGGCTCCATGCAACAGATAAA
R.nak 391_12	AACGTTTTGAATTTGGATTATGCTCTTACAAGCAGGCCCAGTCTAGATGCAAGCCGGAAC	CAACCAATGTCATTGGCTGTAGTTGGTTAAAAGTTTGGTTGGCTCCACGCAACAGATAAA
R.lon 312_2	AACGTTTTGAATTTGGATTATGCTCTTACAAGCAGGCCCAGTCTAGATGCAAGCCGGAAC	CAACCAATGTCATTGGCTGTAGTTGGTTAAAAGTTTGGTTGGCTCCACGCAACAGATAAA
R.lon 312_3	AACGTTTTGAATTTGGATTATGCTCTTACAAGCAGGCCCAGTCTAGATGCAAGCCGGAAC	CAACCAATGTCATTGGCTGTAGTTGGTTAAAAGTTTGGTTGGCTCCACGCAACAGATAAA
R.lon 312_9	AACGTTTTGAATTTGGATTATGCTCTTACAAGCAGGCCCAGTCTAGATGCAAGCCGGAAC	CAACCAATGTCATTGGCTGTAGTTGGTTAAAAGTTTGGTTGGCTCCACGCAACAGATAAA
R.lon 317_1	AACGTTTTGAATTTGGATTATGCTCTTACAAGCAGGCCCAGTCTAGATGCAAGCCGGAAC	CAACCAATGTCATTGGCTGTAGTTGGTTAAAAGTTTGGTTGGCTCCACGCAACAGATAAA
R.lon 317_3	AACGTTTTGAATTTGGATTATGCTCTTACAAGCAGGCCCAGTCTAGATGCAAGCCGGAAC	CAACCAATGTCATTGGCTGTAGTTGGTTAAAAGTTTGGTTGGCTCCACGCAACAGATAAA
R.kan 117_1	AACGTTTTGAATTTGGATTATGCTCTTACAAGCAGGCCCAGTCTAGATGCAAGCCGGAAC	CAACCAATGTCATTGGCTGTAGTTGGTTAACAGTTTGGTTGGCTCCACGCAACAGATAAA
R.kan 117_8	AACGTTTTGAATTTGGATTATGCTCTTACAAGCAGGCCCAGTCTAGATGCAAGCCGGAAC	CAACCAATGTCATTGGCTGTAGTTGGTTAAAAGTTTGGTTGGCTCCACGCAACAGATAAA
R.kan 118_6	AACGTTTTGAATTTGGATTATGCTCTTACAAGCAGGCCCAGTCTAGATGCAAGCCGGAAC	CAACCAATGTCATTGGCTGTAGTTGGTTAAAAGTTTGGTTGGCTCCACGCAACAGATAAA
R.kan 118_7	AACGTTTTGAATTTGGATTATGCTCTTACAAGCAGGCCCAGTCTAGATGCAAGCCGGAAC	CAACCAATGTCATTGGCTGTAGTTGGTTAACAGTTTGGTTGGCTCCACGCAACAGATAAA
R.old 20	AACGTTTTGAATTTGGATTATGCTCTTACAAGCAGGCCCAGTCTAGATGCAAGCCGGAAC	CAACCAATGTCATTGGCTGTAGTTGGTTAAAAGTTTGGTTGGCTCCACGCAACAGATAAA
R.old 86	AACGTTTTGAATTTGGATTATGCTCTTACAAGCAGGCCCAGTCTAGATGCAAGCCGGAAC	CAACCAATGTCATTGGCTGTAGTTGGTTAAAAGTTTGGTTGGCTCCACGCAACAGATAAA
R.old 163	AACGTTTTGAATTTGGATTATGCTCTTACAAGCAGGCCCAGTCTAGATGCAAGCCGGAAC	CAACCAATGTCATTGGCTGTAGTTGGTTAAAAGTTTGGTTGGCTCCACGCAACAGATAA
R.old 337	AACGTTTTGAATTTGGATTATGCTCTTACAAGCAGGCCCAGTCTAGATGCAAGCCGGAAC	CAACCAATGTCATTGGCTGTAGTTGGTTAAAAGTTTGGTTGGCTCCACGCAACAGATAAA
R.nor 130_3	AACGTTTTGAATTTGGATTATGCTCTTACAAGCAGGCCCAGTCTAGATGCAAGCCGGAAC	CAACCAATGTCATTGGCTGTAGTTGGTTAAAAGTTTGGTTGGCTCCACGCAACAGATAAA
R.nor 130_4	AACGTTTTGAATTTGGATTATGCTCTTACAAGCAGGCCCAGTCTAGATGCAAGCCGGAAC	CAACCAATGTCATTGGCTGTAGTTGGTTAAAGGTTTGGTTGGCTCCACGCAACAGATAAA
R.nor 130_5	AACGTTTTGAATTTGGATTATGCTCTTACAAGCAGGCCCAGTCTAGATGCAAGCCGGAAC	CAACCAATGTCATTGGCTGTAGTTGGTTAAAGGTTTGGTTGGCTCCACGCAACAGATAAA
R.nor 141_3	AACGTTTTGAATTTGGATTATGCTCTTACAAGCAGGCCCAGTCCAGATGCAAGCCGGAAC	CAACCAATGTCATTGGCTGTAGTTGGTTAAAAGTTTGGTTGGCTCCACGCAACAGATAAA
R.nor 141_10	AACGTTTTGAATTTGGATTATGCTCTTACAAGCAGGCCCAGTCTAGATGCAAGCCGGAAC	CAACCAATGTCATTGGCTGTAGTTGGTTAAAAGTTTGGTTGGCTCCACGCAACAGATAAA
R.nor 239_4	GACGTTTTGAATTTGGATTATGCTCTTACAAGCAGGCCCAGTCTAGATGCAAGCCGGAAC	CAACCAATGTCATTGGCTGTAGTTGGTTAAAAGTTTGGTTGGCTCCACGCAACAGATAAA
R.nor 239_5	GACGTTTTGAATTTGGATTATGCTCTTACAAGCAGGCCCAGTCTAGATGCAAGCCGGAAC	CAACCAATGTCATTGCCTGTAGTTGGTTAACAGTTTGGTGGGCTCCACACAACAGATAAA
R.nor 239_8	AACGTTTTGAATTTGGATTATGCTCTTACAAGCAGGCCCAGTCTAGATGCAAGCCGGAAC	CAACCAATGTCATTGGCTGTAGTTGGTTAAAAGTTTGGTTGGCTCCACGCAACAGATAAA
R.nor 240_1	AACGTTTTGAATTTGGATTATGCTCTTACAAGCAGGCCCAGTCTAGATGCAAGCCGGAAC	CAACCAATGTCATTGGCTGTAGTTGGTTAAAAGTTTGGTTGGCTCCACGCAACAGATAAA
R.nor 240_2	AACGTTTTGAATTTGGATTATGCTCTTACAAGCAGGCCCAGTCTAGATGCAAGCCGGAAC	CAACCAATGTCATTGGCTGTAGTTGGTTAAAAGTTTGGTTGGCTCCACGCAACAGATAAA
R.rub 137_1	GACGTTTTGAATTTGGATTATGCTCTTACAAGCAGGCCCAGTCTAGATGCAAGCCGGAAC	CAACCAATGTCATTGGCTGTAGTTGGTTAACAGTTTGGTGGGCTCCACACAACAGATAAA
R.rub 137_3	AACGTTTTGAATTTGGATTATGCTCTTACAAGCAGGCCCAGTCTAGATGCAAGCCGGAAC	CAACCAATGTCATTGGCTGTAGTTGGTTAAAAGTTTGGTTGGCTCCACGCAACAGATAAA
R.rub 137_5	AACGTTTTGAATTTGGATTATGCTCTTACAAGCAGGCCCAGTCTAGATGCAAGCCGGAAC	CAACCAATGTCATTGGCTGTAGTTGGTTAAAAGTTTGGTTGGCTCCACGCAACAGATAAA
R.rub 180_6	AACGTTTTGAATTTGGATTATGCTCTTACAAGCAGACCCAGTCTAGATGCAAGCCGGAAC	CAACCAATGTCATTGGCTGTAGTTGGTTAAAAGTTTGGTTGGCTCCACGCAACAGATAAA
R.rub 180_9	AACGTTTTGAATTTGGATTATGCTCTTACAAGCAGGCCCAGTCTAGATGCAAGCCGGAAC	CAACCAATGTCATTGGCTGTAGTTGGTTAAAAGTTTGGTTGGCTCCACGCAACAGATAAA
R.rub 180_10	GACGTTTTGAATTTGGATTATGCTCTTACAAGCAGGCCCAGTCTAGATGCAAGCCGGAAC	CAACCAATGTCATTGGCTGTAGTTGGTTAACAGTTTGGTGGGCTCCACACAACAGATAAA
R.rub 232_1	GACGTTTTGAATTTGGATTATGCTCTTACAAGCAGGCCCAGTCTAGATGCAAGCCGGAAC	CAACCAATGTCATTGGCTGTAGTTGGTTAACAGTTTGGTGGGCTCCACACAACAGATAAA
R.rub 232_3	GACGTTTTGAATTTGGATTATGCTCTTACAAGCAGGCCCAGTCTAGATGCAAGCCGGAAC	CAACCAATGTCATTGGCTGTAGTTGGTTAACAGTTTGGTGGGCTCCACACAACAGATAAA
R.rub 258	AACGTTTTGAATTTGGATTATGCTCTTACAAGCAGGCCCAGTCTAGATGCAAGCCGGAAC	CAACCAATGTCATTGGCTGTAGTTGGTTAAAAGTTTGGTTGGCTCCACGCAACAGATAAA
R.rub 265_2	GACGTTTTGAATTTGGATTATGCTCTTACAAGCAGGCCCAGTCTAGATGCAAGCCGGAAC	CAACCAATGTCATTGGCTGTAGTTGGTTAAAAGTTTGGTTGGCTCCACGCAACAGATAAA
R.rub 265_11	GACGTTTTGAATTTGGATTATGCTCTTACAAGCAGGCCCAGTCTAGATGCAAGCCGGAAC	CAACCAATGTCATTGGCTGTAGTTGGTTAACAGTTTGGTGGGCTCCACACAACAGATAAA
R.rub 265_20	AACGTTTTGAATTTGGATTATGCTCTTACAAGCAGGCCCAGTCTAGATGCAAGCCGGAAC	CAACCAATGTCATTGGCTGTAGTTGGTTAAAAGTTTGGTTGGCTCCACGCAACAGATAAA
R.bre 123	AACGTTTTGAATTTGGATTATGCTCTTACAAGCAGGCCCAGTCTAGATGCAAGCCGGAAC	CAACCAATGTCATTGGCTGTAGTTGGTTAAAAGTTTGGTTGGCTCCACGCAACAGATAAA
R.bre 124_6	GACGTTTTGAATTTGGATTATGCTCTTACAAGCAGGCCCAGTCTAGATGCAAGCCGGAAC	CAACCAATGTCATTGGCTGTAGTTGGTTAACAGTTTGGTGGGCTCCACACAACAGATAAA
R.bre 124_9	GACGTTTTGAATTTGGATTATGCTCTTACAAGCAGGCCCAGTCTAGATGCAAGCCGGAAC	CAACCAATGTCATTGGCTGTAGTTGGTTAACAGTTTGGTGGGCTCCACACAACAGATAAA
R.bre 129	GACGTTTTGAATTTGGATTATGCTCTTACAAGCAGGCCCAGTCTAGATGCAAGCCGGAAC	CAACCAATGTCATTGGCTGTAGTTGGTTAACAGTTTGGTGGGCTCCACACAACAGATAAA
R.bre 175_1	GACGTTTTGAA-------------CTTACAAGCAGGCCCAGTCTAGATGCAAGCCGGAAC	CAACCAATGTCATTGGCTGTAGTTGGTTAACAGTTTGGTGGGCTCCACACAACAGATAAA
R.bre 175_2	GACGTTTTGAA-------------CTTACAAGCAGGCCCAGTCTAGATGCAAGCCGGAAC	CAACCAATGTCATTGGCTGTAGTTGGTTAACAGTTTGGTGGGCTCCACACAACAGATAAA
R.bre 175_3	GACGTTTTGAATCTGGATTATGCTCTTACAAGCAGGCCCAGTCTAGATGCAAGCCGGAAC	CAACCAATGTCATTGGCTGTAGTTGGTTAACAGTTTGGTGGGCTCCACACAACAGATAAA
R.bre 175_31	GACGTTTTGAATTTGGATTATGCTCTTACAAGCAGGCCCAGTCTAGATGCAAGCCGGAAC	CAACCAATGTCATTGGCTGTAGTTGGTTAACAGTTTGGTGGGCTCCACACAACAGATAAA
R.bre 445_4	GACGTTTTGAATTTGGATTATGCTCTTACAAGCAGGCCCAGTCTAGATGCAAGCCGGAAC	CAACCAATGTCATTGCCTGTAGTTGGTTAACAGTTTGGTGGGCTCCACACAACAGATAAA
R.bre 445_5	GACGTTTTGAATTTGGATTATGCTCTTACAAGCAGGCCCAGTCTAGATGCAAGCCGGAAC	CAACCAATGTCATTGCCTGTAGTTGGTTAATAGTTTGGTGGGCTCCACACAACAGATAAA
R.bre g7_1	GACGTTTTGAATTTGGATTATGCTCTTACAAGCAGGCCCAGTCTAGATGCAAGCCGGAAC	CAACCAATGTCATTGGCTGTAGTTGGTTAACAGTTTGGTGGGCTCCACACAACAGATAAA
R.bre g7_2	GACGTTTTGAATTTGGATTATGCTCTTACAAGCAGGCCCAGTCTAGATGCAAGCCGGAAC	CAACCAATGTCATTGGCTGTAGTTGGTTAACAGTTTGGTGGGCTCCACACAACAGATAAA
R.tai 164_7	GACGTTTTGAATTTGGATTATGCTCTTACAAGCAGGCCCAGTCTAGATGCAAGCCGGAAC	CAACCAATGTCATTGGCTGTAGTTGGTTAACAGTTTGGTGGGCTCCACACAACAGATAAA
R.tai 164_15	GACGTTTTGAATTTGGATTATGCTCTTACAAGCAGGCCCAGTCTAGATGCAAGCCGGAAC	CAACCAATGTCATTGGCTGTAGTTGGTTAACAGTTTGGTGGGCTCCACGCAACAGATAAA
R.tai 246	GACGTTTTGAATTTGGATTATGCTCTTACAAGCAGGCCCAGTCTAGATGCAAGCCGGAAC	CAACCAATGTCATTGGCTGTAGTTGGTTAACAGTTTGGTGGGCTCCACACAACAGATAAA
R.tai 360_4	GACGTTTTGAATTTGGATTATGCTCTTACAAGCAGGCCCAGTCTAGATGCAAGCCGGAAC	CAACCAATGTCATTGGCTGTAGTTGGTTAACAGTTTGGTGGGCTCCACACAACAGATAAA
R.tai 360_6	GACGTTTTGAATTTGGATTATGCTCTTACAAGCAGGCCCAGTCTAGATGCAAGCCGGAAC	CAACCAATGTCATTGGCTGTAGTTGGTTAACAGTTTGGTGGGCTCCACACAACAGATAAA
R.tas 405_1	GGCATTTTGAATCTGGATTATGCTCTTACAAGCAGGCCCAGTCTAGATGCAAGCTGGAAC	CAACCAATGTCATTGGCTGTAGTTGGCTAACAGTTTGGTGGGCTCCACGCAACAGATAAA
R.tas 405_8	GGCATTTTGAATCTGGATTATGCTCTTACAAGCAGGCCCAGTCTAGATGCAAGCTGGAAC	CAACCAATATCATTGGCTGTAGTTGGTTAACAGTTTGGTGGGCTCCACGCAACAGATAAA

附錄四、(續)

```
            121       130       140       150       160       170       180       190       200       210       220       230       240
R.sim 74_2  TTAAAACTGAGCACGTGGTGGACTGGAGGGTTTTCAGCCTGCATCTGTTTTTTATTGTGAAGAAATGTGAACTGAATTCTATTGAGAATTGGAGAATGGTTTATAGACAAAATTCTCACA
R.sim 74_4  TTAAAACTGAGCACGTGGTGGACTGGAGGGTTTTCAGCCTGAATCTGTTTTTTATTGTGAAGAAATCTGAACTGAATTCTATTGAGAATTGGAGAATGGTTTATAGTCAAAATTCTCACA
R.sim 74_7  TTAAAACTGAGCACGTGGTGGACTGGAGGGTTTTCAGCCTGAATCTGTTTTTTATTGTGAAGAAATCTGAACTGAATTCTATTGAGAATTGGAGAATGGTTTATAGTCAAAATTCTCACA
R.sim 74_10 TTAAAACTGAGCACGTGGTGGACTGGAGGGTTTTCAGCCTGCATCTGTTTTTTATTGTGAAGAAATGTGAACTGAATTCTATTGAGAATTGGAGAATGGTTTATAGACAAAATTCTCACA
R.sim 76_2  TTAAAACTGAGCACGTGGTGGACTGGAGGGTTTTCAGCCTGCATCTGTTTTTTATTGTGAAGAAATGTGAACTGAATTCTATTGAGAATTGGAGAATGGTTTATAGACAAAATTCTCACA
R.sim 76_7  TTAAAACTGAGCACGTGGTGGACTGGAGGGTTTTCAGCCTGAATCTGTTTTTTATTGTGAAGAAATCTGAACTGAATTCTATTGAGAATTGGAGAATGGTTTATAGTCAAAATTCTCACA
R.nak 170_1 TTAAAACTGAGCACGTGGTGGACTGGAGGGTTTTCAGCCTGCATCTGTTTTTTATTGTGAAGAAATCTGAACTGAATTCTATTGAGAATTGGAGAATGGTTTATAGACAAAATTCTCACA
R.nak 170_2 TTAAAACTGAGCACGTGGTGGACTGGAGGGTTTTCAGCCTTGATCTGTTTTTTATTGTGAAGAAATCTGAACTGAATTCTATTGAGAATTGGAGAATGGTTTATAGACAAAATTCTCACA
R.nak 170_10 TTAAAACTGAGCACGTGGTGGACTGGAGGGTTTTCAGCCTTGATCTGTTTTTTATTGTGAAGAAATCTGAACTGAATTCTATTGAGAATTGGAGAATGGTTTATAGACAAAATTCTCACA
R.nak 171_2 TTAAAACTGAGCACGTGGTGGACTGGAGGGTTTTCAGCCTTGATCTGTTTTTTATTGTGAAGAAATCTGAACTGAATTCTATTGAGAATTGGAGAATGGTTTATAGACAAAATTCTCACA
R.nak 171_3 TTAAAACTGAGCACGTGGTGGACTGGAGGGTTTTCAGCCTGCATCTGTTTTTTATTGTGAAGAAATCTGAACTGAATTCTATTGAGAATTGGAGAATGGTTTATAGACAAAATTCTCACA
R.nak 171_11 TTAAAACTGAGCACGTGGTGGACTGGAGGGTTTTCAGCCTGCATCTGTTTTTTATTGTGAAGAAATCTGAACTGAATTCTATTGAGAATTGGAGAATGGTTTATAGACAAAATTCTCACA
R.nak 183_3 TTAAAACTGAGCACGTGGTGGACTGGAGGGTTTTCAGCCTGCATCTGTTTTTTATTGTGAAGAAATCTGAACTGAATTCTATTGAGAATTGGAGAATGGTTTATAGACAAAATTCTCACA
R.nak 183_12 TTAAAACTGAGCACGTGGTGGACTGGAGGGTTTTCAGCCTTGATCTGTTTTTTATTGTGAAGAAATCTGAACTGAATTCTATTGAGAATTGGAGAATGGTTTATAGACAAAATTCTCACA
R.nak 187_2 TTAAAACTGAGCACGTGGTGGACTGGAGGGTTTTCAGCCTTGATCTGTTTTTTATTGTGAAGAAATCTGAACTGAATTCTATTGAGAATTGGAGAATGGTTTATAGACAAAATTCTCACA
R.nak 187_4 TTAAAACTGAGCACGTGGTGGACTGGAGGGTTTTCAGCCTGCATCTGTTTTTTATTGTGAAGAAATCTGAACTGAATTCTATTGAGAATTGGAGAATGGTTTATAGACAAAATTCTCACA
R.nak 187_5 TTAAAACTGAGCACGTGGTGGACTGGAGGGTTTTCAGCCTTGATCTGTTTTTTATTGTGAAGAAATCTGAACTGAATTCTATTGAGAATTGGAGAATGGTTTATAGACAAAATTCTCACA
R.nak 187_6 TTAAAACTGAGCACGTGGTGGACTGGAGGGTTTTCAGCCTGCATCTGTTTTTTATTGTGAAGAAATCTGAACTGAATTCTATTGAGAATTGGAGAATGGTTTATAGACAAAATTCTCACA
R.nak 328_2 TTAAAACTGAGCACGTGGTGGACTGGAGGGTTTTCAGCCTGCATCTGTTTTTTATTGTGAAGAAATCTGAACTGAATTCTATTGAGAATTGGAGAATGGTTTATAGACAAAATTCTCACA
R.nak 328_10 TTAAAACTGAGCACGTGGTGGACTGGAGGGTTTTCAGCCTGCATCTGTTTTTTATTGTGAAGAAATCTGAACTGAATTCTATTGAGAATTGGAGAATGGTTTATAGACAAAATTCTCACA
R.nak 377_2 TTAAAACTGAGCACGTGGTGGACTGGAGGGTTTTCAGCCTGCATCTGTTTTTTATTGTGAAGAAATCTGAACTGAATTCTATTGAGAATTGGAGAATGGTTTATAGACAAAATTCTCACA
R.nak 377_3 TTAAAACTGAGCACATGGTGGACTGGAGGGTTTTCAGCCTGCATCTGTTTTTTATTGTGAAGAAATCTGAACTGAATTCTATTGAGAATTGGAGAATGGTTTATAGACAAAATTCTCACA
R.nak 391_5 TTAAAACTGAGCACGTGGTGGACTGGAGGGTTTTCAGCCTGCATCTGTTTTTTATTGTGAAGAAATCTGAACTGAATTCTATTGAGAATTGGAGAATGGTTTATAGACAAAATTCTCACA
R.nak 391_11 TTAAAACTGAGCACGTGGTGGACTGGAGGGTTTTCAGCCTGCATCTGTTTTTTATTGTGAAGAAATCTGAACTGAATTCTATTGAGAATTGGAGAATGGTTTATAGACAAAATTCTCACA
R.nak 391_12 TTAAAACTGAGCACGTGGTGGACTGGAGGGTTTTCAGCCTGCATCTGTTTTTTATTGTGAAGAAATCTGAACTGAATTCTATTGAGAATTGGAGAATGGTTTATAGACAAAATTCTCACA
R.lon 312_2 TTAAAACTGAGCACGTGGTGGACCGGAGGGTTTTCAGCCTGCATCTGTTTTTTATTGTGAAGAAATCTGAACTGAATTCTATTGAGAATTGGAGAATGGTTTATAGACAAAATTCTCACA
R.lon 312_3 TTAAAACTGAGCACATGGTGGACTGGAGGGTTTTCAGCCTGCATCTGTTTTTTATTGTGAAGAAATCTGAACTGAATTCTATTGAGAATTGGAGAATGGTTTATAGACAAAATTCTCACA
R.lon 312_9 TTAAAACTGAGCACATGGTGGACTGGAGGGTTTTCAGCCTGCATCTGTTTTTTATTGTGAAGAAATCTGAACTGAATTCTATTGAGAATTGGAGAATGGTTTATAGACAAAATTCTCACA
R.lon 317_1 TTAAAACTGAGCACGTGGTGGACTGGAGGGTTTTCAGCCTGCATCTGTTTTTTATTGTGAAGAAATCTGAACTGAATTCTATTGAGAATTGGAGAATGGTTTATAGACAAAATTCTCACA
R.lon 317_3 TTAAAACTGAGCACGTGGTGGACTGGAGGGTTTTCAGCCTGCATCTGTTTTTTATTGTGAAGAAATCTGAACTGAATTCTATTGAGAATTGGAGAATGGTTTATAGACAAAATTCTCACA
R.kan 117_1 TTAAAACTGAGCACGTGGTGGACCGGAGGGTTTTCAGCCTGCATCTGTTTTTTATTGTGAAGAAATCTGAACTGAATTCTATTGAGAATTGGAGAATGGTTTATAGACAAAATTCTCACA
R.kan 117_8 TTAAAACTGAGCACGTGGTGGACTGGAGGGTTTTCAGCCTGAATCTGTTTTTTATTGTGAAGAAATCTGAACTGAATTCTATTGAGAATTGGAGAATGGTTTATAGTCAAAATTCTCACA
R.kan 118_6 TTAAAACTGAGCACGTGGTGGACTGGAGGGTTTTCAGCCTGAATCTGTTTTTTATTGTGAAGAAATCTGAACTGAATTCTATTGAGAATTGGAGAATGGTTTATAGTCAAAATTCTCACA
R.kan 118_7 TTAAAACTGAGCACGTGGTGGACCGGAGGGTTTTCAGCCTGCATCTGTTTTTTATTGTGAAGAAATCTGAACTGAATTCTATTGAGAATTGGAGAATGGTTTATAGACAAAATTCTCACA
R.old 20    TTAAAACTGAGCACGTGGTGGACCGGAGGGTTTTCAGCCTGCATCTGTTTTTTATTGTGAAGAAATCTGAACTGAATTCTATTGAGAATTGGAGAATGGTTTATAGACAAAATTCTCACA
R.old 86    TTAAAACTGAGCACGTGGTGGACCGGAGGGTTTTCAGCCTGCATCTGTTTTTTATTGTGAAGAAATCTGAACTGAATTCTATTGAGAATTGGAGAATGGTTTATAGACAAAATTCTCACA
R.old 163   TTAAAACTGAGCACGTGGTGGACCGGAGGGTTTTCAGCCTGCATCTGTTTTTTATTGTGAAGAAATCTGAACTGAATTCTATTGAGAATTGGAGAATGGTTTATAGACAAAATTCTCACA
R.old 337   TTAAAACTGAGCACGTGGTGGACCGGAGGGTTTTCAGCCTGCATCTGTTTTTTATTGTGAAGAAATCTGAACTGAATTCTATTGAGAATTGGAGAATGGTTTATAGACAAAATTCTCACA
R.nor 130_3 TTAAAACTGAGCACGTGGTGGACTGGAGGGTTTTCAGCCTGCATCTGTTTTTTATTGTGAAGAAATCTGAACTGAATTCTATTGAGAATTGGAGAATGGTTTATAGACAAAATTCTCACA
R.nor 130_4 TTAAAACTGAGCACGTGGTGGACTGGAGGGTTTTCAGCCTGCATCTGTTTTTTATTGTGAAGAAATCTGAACTGAATTCTATTGAGAATTGGAGAATGGTTTATAGACAAAATTCTCACA
R.nor 130_5 TTAAAACTGAGCACGTGGTGGACTGGAGGGTTTTCAGCCTGCATCTGTTTTTTATTGTGAAGAAATCTGAACTGAATTCTATTGAGAATTGGAGAATGGTTTATAGACAAAATTCTCACA
R.nor 141_3 TTAAAACTGAGCACGTGGTGGACTGGAGGGTTTTCAGCCTTGATCTGTTTTTTATTGTGAAGAAATCTGAACTGAATTCTATTGAGAATTGGAGAATGGTTTATAGACAAAATTCTCACA
R.nor 141_10 TTAAAACTGAGCACGTGGTGGACTGGAGGGTTTTCAGCCTGCATCTGTTTTTTATTGTGAAGAAATCTGAACTGAATTCTATTGAGAATTGGAGAATGGTTTATAGACAAAATTCTCACA
R.nor 239_4 TTAAAACTGAGCACGTGGTGGACTGGAGGGTTTTCAGCCTGCATCTGTTTTTTATTGTGAAGAAATCTGAACTGAATTCTATTGAGAATTGGAGAATGGTTTATAGACAAAATTCTCACA
R.nor 239_5 TTAAAACTGAGAATGTGGTGGACTGGAGGGTTTTCAGCCTGCATCTGTTTTTTATTGTGAAGAAATCTGAACTGAATTCTATTGAGAATTGGAGAATGGTTTATAGACAAAATTCTCACA
R.nor 239_8 TTAAAACTGAGCACGTGGTGGACTGGAGGGTTTTCAGCCTGCATCTGTTTTTTATTGTGAAGAAATCTGAACTGAATTCTATTGAGAATTGGAGAATGGTTTATAGACAAAATTCTCACA
R.nor 240_1 TTAAAACTGAGCACGTGGTGGACTGGAGGGTTTTCAGCCTGCATCTGTTTTTTATTGTGAAGAAATCTGAACTGAATTCTATTGAGAATTGGAGAATGGTTTATAGACAAAATTCTCACA
R.nor 240_2 TTAAAACTGAGCACGTGGTGGACTGGAGGGTTTTCAGCCTGCATCTGTTTTTTATTGTGAAGAAATCCGAACTGAATTCTATTGAGAATTGGAGAATGGTTTATAGACAAAATTCTCACA
R.rub 137_1 TTAAAACTGAGAACGTGGTGGACTGGAGGGTTTTCAGCCTGCATCTGTTTTTTATTGTGAAGAAATCTGAACTGAATTCTATTGAGAATTGGAGAATGGTTTATAGACAAAATTCTCACA
R.rub 137_3 TTAAAACTGAGCACGTGGTGGACTGGAGGGTTTTCAGCCTGCATCTGTTTTTTATTGTGAAGAAATCTGAACTGAATTCTATTGAGAATTGGAGAATGGTTTATAGACAAAATTCTCACA
R.rub 137_5 TTAAAACTGAGCACGTGGTGGACCGGAGGGTTTTCAGCCTGCATCTGTTTTTTATTGTGAAGAAATCTGAACTGAATTCTATTGAGAATTGGAGAATGGTTTATAGACAAAATTCTCACA
R.rub 180_6 TTAAAACTGAGCACATGGTGGACTGGAGGGTTTTCAGCCTGCATCTGTTTTTTATTGTGAAGAAATCTGAACTGAATTCTATTGAGAATTGGAGAATGGTTTATAGACAAAATTCTCACA
R.rub 180_9 TTAAAACTGAGCACGTGGTGGACTGGAGGGTTTTCAGCCTGCATCTGTTTTTTATTGTGAAGAAATCTGAACTGAATTCTATTGAGAATTGGAGAATGGTTTATAGACAAAATTCTCACA
R.rub 180_10 TTAAAACTGAGAACGTGGTGGACTGGAGGGTTTTCAGCCTGCATCTGTTTTTTATTGTGAAGAAATCTGAACTGAATTCTATTGAGAATTGGAGAATGGTTTATAGACAAAATTCTCACA
R.rub 232_1 TTAAAACTGAGAACGTGGTGGACTGGAGGGTTTTCAGCCTGCATCTGTTTTTTATTGTGAAGAAATCTGAACTGAATTCTATTGAGAATTGGAGAATGGTTTATAGACAAAATTCTCACA
R.rub 232_3 TTAAAACTGAGAACATGGTGGACTGGAGGGTTTTCAGCCTGCATCTGTTTTTTATTGTGAAGAAATCTGAACTGAATTCTATTGAGAATTGGAGAATGGTTTATAGACAAAATTCTCACA
R.rub 258   TTAAAACTGAGCACATGGTGGACTGGAGGGTTTTCAGCCTGCATCTGTTTTTTATTGTGAAGAAATCTGAACTGAATTCTATTGAGAATTGGAGAATGGTTTATAGACAAAATTCTCACA
R.rub 265_2 TTAAAACTGAGCACGTGGTGGACTGGAGGGTTTTCAGCCTGCATCTGTTTTTTATTGTGAAGAAATCTGAACTGAATTCTATTGAGAATTGGAGAATGGTTTATAGACAAAATTCTCACA
R.rub 265_11 TTAAAACTGAGAATGTGGTGGACTGGAGGGTTTTCAGCCTGCATCTGTTTTTTATTGTGAAGAAATCTGAACTGAATTCTATTGAGAATTGGAGAATGGTTTATAGACAAAATTCTCACA
R.rub 265_20 TTAAAACTGAGCACATGGTGGACTGGAGGGTTTTCAGCCTGCATCTGTTTTTTATTGTGAAGAAATCTGAACTGAATTCTATTGAGAATTGGAGAATGGTTTATAGACAAAATTCTCACA
R.bre 123   TTAAAACTGAGCACGTGGTGGACCGGAGGGTTTTCAGCCTGCATCTGTTTTTTATTGTGAAGAAATCTGAACTGAATTCTATTGAGAATTGGAGAATGGTTTATAGACAAAATTCTCACA
R.bre 124_6 TTAAAACTGAGAACATGGTGGACTGGAGGGTTTTCAGCCTGCATCTGTTTTTTATTGTGAAGAAATCTGAACTGAATTCTATTGAGAATTGGAGAATGGTTTATAGACAAAATTCTCACA
R.bre 124_9 TTAAAACTGAGAACGTGGTGGACTGGAGGGTTTTCAGCCTGCATCTGTTTTTTATTGTGAAGAAATCTGAACTGAATTCTATTGAGAATTGGAGAATGGTTTATAGACAAAATTCTCACA
R.bre 129   TTAAAACTGAGAACGTGGTGGACTGGAGGGTTTTCAGCCTGCATCTGTTTTTTATTGTGAAGAAATCTGAACTGAATTCTATTGAGAATTGGAGAATGGTTTATAGACAAAATTCTCACA
R.bre 175_1 TTAAAACTGAGAACATGGTGGACTGGAGGGTTTTCAGCCTGCATCTGTTTTTTATTGTGAAGAAATCTGAACTGAATTCTATTGAGAATTGGAGAATGGTTTATAGACAAAATTCTCACA
R.bre 175_2 TTAAAACTGAGAACGTGGTGGACTGGAGGGTTTTCAGCCTGCATCTGTTTTTTATTGTGAAGAAATCTGAACTGAATTCTATTGAGAATTGGAGAATGGTTTATAGACAAAATTCTCACA
R.bre 175_3 TTAAAACTGAGAACATGGTGGACTGGAGGGTTTTCAGCCTGCATCTGTTTTTTATTGTGAAGAAATCTGAACTGAATTCTATTGAGAATTGGAGAATGGTTTATAGACAAAATTCTCACA
R.bre 175_31 TTAAAACTGAGAACATGGTGGACTGGAGGGTTTTCAGCCTGCATCTGTTTTTTATTGTGAAGAAATCTGAACTGAATTCTATTGAGAATTGGAGAATGGTTTATAGACAAAATTCTCACA
R.bre 445_4 TTAAAACTGAGAATGTGGTGGACTGGAGGGTTTTCAGCCTGCATCTGTTTTTTATTGTGAAGAAATCTGAACTGAATTCTATTGAGAATTGGAGAATGGTTTATAGACAAAATTCTCACA
R.bre 445_5 TTAAAACTGAGAATGTGGTGGACTGGAGGGTTTTCAGCCTGCATCTGTTTTTTATTGTGAAGAAATCTGAACTGAATTCTATTGAGAATTGGAGAATGGTTTATAGACAAAATTCTCACA
R.bre g7_1  TTAAAACTGAGAACGTGGTGGACTGGAGGGTTTTCAGCCTGCATCTGTTTTTTATTGTGAAGAAATCTGAACTGAATTCTATTGAGAATTGGAGAATGGTTTATAGACAAAATTCTCACA
R.bre g7_2  TTAAAACTGAGAACGTGGTGGACTGGAGGGTTTTCAGCCTGCATCTGTTTTTTATTGTGAAGAAATCTGAACTGAATTCTATTGAGAATTGGAGAATGGTTTATAGACAAAATTCTCACA
R.tai 164_7 TTAAAACTGAGAACGTGGTGGACTGGAGGGTTTTCAGCCTGCATCTGTTTTTTATTGTGAAGAAATCTGAACTGAATTCTATTGAGAATTGGAGAATGGTTTATAGACAAAATTCTCACA
R.tai 164_15 TTAAAACTGAGCACGTGGTGGACTGGAGGGTTTTCAGCCTGCATCTGTTTTTTATTGTGAAGAAATCTGAACTGAATTCTATTGAGAATTGGAGAATGGTTTATAGACAAAATTCTCACA
R.tai 246   TTAAAACTGAGAACGTGGTGGACTGGAGGGTTTTCAGCCTGCATCTGTTTTTTATTGTGAAGAAATCTGAACTGAATTCTATTGAGAATTGGAGAATGGTTTATAGACAAAATTCTCACA
R.tai 360_4 TTAAAACTGAGAACGTGGTGGACTGGAGGGTTTTCAGCCTGCATCTGTTTTTTATTGTGAAGAAATCTGAACTGAATTCTATTGAGAATTGGAGAATGGTTTATAGACAAAATTCTCACA
R.tai 360_6 TTAAAACTGAGAACGTGGTGGACTGGAGGGTTTTCAGCCTGCATCTGTTTTTTATTGTGAAGAAATCTGAACTGAATTCTATTGAGAATTGGAGAATGGTTTATAGACAAAATTCTCACA
R.tas 405_1 TTAAAACTGAGCATGTGGTGGACTGGAGGGTCTTCAGCCTGCATCTGTTTTTTATTGTGAAGAAATCTGAACTGAATTCCATTGAGAATTGGAGAATGGCTTATAGACAAAATTCTCACA
R.tas 405_8 TTAAAACTGAGCATGTGGTGGACTGGAGGGTTTTCAGCCTGCATCTGTTTTTTATTGTGAAGAAATCTGAACTGAATTCCATTGAGAATTGGAGAATGGTTTATAGACAAAATTCTCACA
```

附錄四、(續)

	241 250 260 270 280 290 300 310 320 330 340 350 360
R.sim 74_2	CAAAATTCAAGTTTAGAATGATGTGACATTGGCATTTTTAACATTAGATATCTTGGTTTAAATTAAAAGGAACCCCT-AAGGTCATCATTCAATATGGAAATTCTTAAAAATACTCTGTA
R.sim 74_4	CAAAATTCAAGTTTAGAATGATGTGACATTGGCATTTTTAACATTAGATATCTTGGTTTAAATTAAAAGGAACCCCT-AAGGTCATCATTCAATATGGAAATTCTTAACAATACTCTGTA
R.sim 74_7	CAAAATTCAAGTTTAGAATGATGTGACATTGGCATTTTTAACATTAGATATCTTGGTTTAAATTAAAAGGAACCCCT-AAGGTCATCATTCAATATGGAAATTCTTAACAATACTCTGTA
R.sim 74_10	CAAAATTCAAGTTTAGAATGATGTGACATTGGCATTTTTAACATTAGATATCTTGGTTTAAATTAAAAGGAACCCCT-AAGGTCATCATTCAATATGAAAATTCTTAAAAATACTCTGTA
R.sim 76_2	CAAAATTCAAGTTTAGAATGATGTGACATTGGCATTTTTAACATTAGATATCTTGGTTTAAATTAAAAGGAACCCCT-AAGGTCATCATTCAATATGAAAATTCTTAAAAATACTCTGTA
R.sim 76_7	CAAAATTCAAGTTTAGAATGATGTGACATTGGCATTTTTAACATTAGATATCTTGGTTTAAATTAAAAGGAACCCCT-AAGGTCATCATTCAATATGGAAATTCTTAACAATACTCTGTA
R.nak 170_1	CAAAATTCAAGTTTAGAATGATGTGACATTGGCATTTTTAACATTAGATATCTTGGTTTAAATTAAAAGGAACCCCT-AAGGTCATCATTCAATATGAAAATTCTTAAAAACACTCTGTA
R.nak 170_2	CAAAATTCAAGTTTAGAATGATGTGACATTGGCATTTTTAACATTAGATATCTTGGTTTAAATTAAAAGGAACCCCT-AAGGTCATCATTCAATATGAAAATTCTTAAAAACACTCTGTA
R.nak 170_10	CAAAATTCAAGTTTAGAATGATGTGACATTGGCATTTTTAACATTAGATATCTTGGTTTAAATTAAAAGGAACCCCT-AAGGTCATCATTCAATATGAAAATTCTTAAAAATACTCTGTA
R.nak 171_2	CAAAATTCAAGTTTAGAATGATGTGACATTGGCATTTTTAACATTAGATATCTTGGTTTAAATTAAAAGGAACCCCT-AAGGTCATCATTCAATATGAAAATTCTTAAAAATACTCTGTA
R.nak 171_3	CAAAATTCAAGTTTAGAATGATGTGACATTGGCATTTTTAACATTAGATATCTTGGTTTAAATTAAAAGGAACCCCT-AAGGTCATCATTCAATATGAAAATTCTTAAAAACACTCTGTA
R.nak 171_11	CAAAATTCAAGTTTAGAATGATGTGACATTGGCATTTTTAACATTAGATATCTTGGTTTAAATTAAAAGGAACCCCT-AAGGTCATCATTCAATATGAAAATTCTTAAAAACACTCTGTA
R.nak 183_3	CAAAATTCAAGTTTAGAATGATGTGACATTGGCATTTTTAACATTAGATATCTTGGTTTAAATTAAAAGGAACCCCT-AAGGTCATCATTCAATATGAAAATTCTTAAAAATACTCTGTA
R.nak 183_12	CAAAATTCAAGTTTAGAATGATGTGACATTGGCATTTTTAACATTAGATATCTTGGTTTAAATTAAAAGGAACCCCT-AAGGTCATCATTCAATATGAAAATTCTTAAAAATACTCTGTA
R.nak 187_2	CAAAATTCAAGTTTAGAATGATGTGACATTGGCATTTTTAACATTAGATATCTTGGTTTAAATTAAAAGGAACCCCT-AAGGTCATCATTCAATATGAAAATTCTTAAAAATACTCTGTA
R.nak 187_4	CAAAATTCAAGTTTAGAATGATGTGACATTGGCATTTTTAACATTAGATATCTTGGTTTAAATTAAAAGGAACCCCT-AAGGTCATCATTCAATATGAAAATTCTTAAAAATACTCTGTA
R.nak 187_5	CAAAATTCAAGTTTAGAATGATGTGACATTGGCATTTTTAACATTAGATATCTTGGTTTAAATTAAAAGGAACCCCT-AAGGTCATCATTCAATATGAAAATTCTTAAAAATACTCTGTA
R.nak 187_6	CAAAATTCAAGTTTAGAATGATGTGACATTGGCATTTTTAACATTAGATATCTTGGTTTAAATTAAAAGGAACCCCT-AAGGTCATCATTCAATATGAAAATTCTTAAAAATACTCTGTA
R.nak 328_2	CAAAATTCAAGTTTAGAATGATGTGACATTGGCATTTTTAACATTAGATATCTTGGTTTAAATTAAAAGGAACCCCT-AAGGTCATCATTCAATATGAAAATTCTTAAAAATACTCTGTA
R.nak 328_10	CAAAATTCAAGTTTAGAATGATGTGACATTGGCATTTTTAACATTAGATATCTTGGTTTAAATTAAAAGGAACCCCTAAAGGTCATCATTCAATATGAAAATTCTTAACAATACTCTGTA
R.nak 377_2	CAAAATTCAAGTTTAGAATGATGTGACATTGGCATTTTTAACATTAGATATCTTGGTTTAAATTAAAAGGAACCCCT-AAGGTCATCATTCAATATGAAAATTCTTAAAAACACTCTGTA
R.nak 377_3	CAAAATTCAAGTTTAGAATGATGTGACATTGGCATTTTTAACATTAGATATCTTGGTTTAAATTAAAA-------------------------TATGAAAATTCTTAACAATACTCTGTA
R.nak 391_5	CAAAATTCAAGTTTAGAATGATGTGACATTGGCATTTTTAACATTAGATATCTTGGTTTAAATTAAAAGGAACCCCT-AAGGTCATCATTCAATATGAAAATTCTTAACAATACTCTGTA
R.nak 391_11	CAAAATTCAAGTTTAGAATGATGTGACATTGGCATTTTTAACATTAGATATCTTGGTTTAAATTAAAAGGAACCCCT-AAGGTCATCATTCAATATGAAAATTCTTAACAATACTCTGTA
R.nak 391_12	CAAAATTCAAGTTTAGAATGATGTGACATTGGCATTTTTAACATTAGATATCTTGGTTTAAATTAAAAGGAACCCCT-AAGGTCATCATTCAATATGAAAATTCTTAAAAATACTCTGTA
R.lon 312_2	CAAAATTCAAGTTTAGAATGATGTGACATTGGCATTTTTAACATTAGATATCTTGGTTTAAATTAAAAGGAACCCCT-AAGGTCATCATTCAATATGAAAATTCTTAACAATACTCTGTA
R.lon 312_3	CAAAATTCAAGTTTAGAATGATGTGACATTGGCATTTTTAACATTAGATATCTTGGTTTAAATTAAAA-------------------------TATGAAAATTCTTAACAATACTCTGTA
R.lon 312_9	CAAAATTCAAGTTTAGAATGATGTGACATTGGCATTTTTAACATTAGATATCTTGGTTTAAATTAAAA-------------------------TATGAAAATTCTTAACAATACTCTGTA
R.lon 317_1	CAAAATTCAAGTTTAGAATGATGTGACATTGGCATTTTTAACATTAGATATCTTGGTTTAAATTAAAAGGAACCCCT-AAGGTCATCATTCAATATGAAAATTCTTAAAAATACTCTGTA
R.lon 317_3	CAAAATTCAAGTTTAGAATGATGTGACATTGGCATTTTTAACATTAGATATCTTGGTTTAAATTAAAAGGAACCCCT-AAGGTCATCATTCAATATGAAAATTCTTAAAAATACTCTGTA
R.kan 117_1	CAAAATTCAAGTTTAGAATGATGTGACATTGGCATTTTTAACATTAGATATCTTGGTTTAAATTAAAAGGAACCCCT-AAGGTCATCATTCAATATGAAAATTCTTAACAATACTCTGTA
R.kan 117_8	CAAAATTCAAGTTTAGAATGATGTGACATTGGCATTTTTAACATTAGATATCTTGGTTTAAATTAAAAGGAACCCCT-AAGGTCATCATTCAATATGGAAATTCTTAACAATACTCTGTA
R.kan 118_6	CAAAATTCAAGTTTAGAATGATGTGACATTGGCATTTTTAACATTAGATATCTTGGTTTAAATTAAAAGGAACCCCT-AAGGTCATCATTCAATATGGAAATTCTTAACAATACTCTGTA
R.kan 118_7	CAAAATTCAAGTTTAGAATGATGTGACATTGGCATTTTTAACATTAGATATCTTGGTTTAAATTAAAAGGAACCCCT-AAGGTCATCATTCAATATGAAAATTCTTAACAATACTCTGTA
R.old 20	CAAAATTCAAGTTTAGAATGATGTGACATTGGCATTTTTAACATTAGATATCTTGGTTTAAATTAAAAGGAACCCCT-AAGGTCATCATTCAATATGAAAATTCTTAACAATACTCTGTA
R.old 86	CAAAATTCAAGTTTAGAATGATGTGACATTGGCATTTTTAACATTAGATATCTTGGTTTAAATTAAAAGGAACCCCT-AAGGTCATCATTCAATATGAAAATTCTTAACAATACTCTGTA
R.old 163	CAAAATTCAAGTTTAGAATGATGTGACATTGGCATTTTTAACATTAGATATCTTGGTTTAAATTAAAAGGAACCCCT-AAGGTCATCATTCAATATGAAAATTCTTAACAATACTCTGTA
R.old 337	CAAAATTCAAGTTTAGAATGATGTGACATTGGCATTTTTAACATTAGATATCTTGGTTTAAATTAAAAGGAACCCCT-AAGGTCATCATTCAATATGAAAATTCTTAACAATACTCTGTA
R.nor 130_3	CAAAATTCAAGTTTAGAATGATGTGACATTGGCATTTTTAACATTAGATATCTTGGTTTAAATTAAAAGGAACCCCT-AAGGTCATCATTCAATATGAAAATTCTTAAAAATACTCTGTA
R.nor 130_4	CAAAATTCAAGTTTAGAATGATGTGACATTGGCATTTTTAACATTAGATATCTTGGTTTAAATTAAAAGGAACCCCT-AAGGTCATCATTCAATATGAAAATTCTTAAAAATACTCTGTA
R.nor 130_5	CAAAATTCAAGTTTAGAATGATGTGACATTGGCATTTTTAACATTAGATATCTTGGTTTAAATTAAAAGGAACCCCT-AAGGTCATCATTCAATATGAAAATTCTTAAAAATACTCTGTA
R.nor 141_3	CAAAATTCAAGTTTAGAATGATGTGACATTGGCATTTTTAACATTAGATATCTTGGTTTAAATTAAAAGGAACCCCT-AAGGTCATCATTCAATATGAAAATTCTTAAAAATACTCTGTA
R.nor 141_10	CAAAATTCAAGTTTAGAATGATGTGACATTGGCATTTTTAACATTAGATATCTTGGTTTAAATTAAAAGGAACCCCT-AAGGTCATCATTCAATATGAAAATTCTTAAAAATACTCTGTA
R.nor 239_4	CAAAATTCAAGTTTAGAATGATGTGACATTGGCATTTTTAACATTAGATATCTTGGTTTAAATTAAAAGGAACCCCT-AAGGTCATCATTCAATATGAAAATTCTTAAAAATACTCTGTA
R.nor 239_5	CAAAATTCAAGTTTAGAATGATGTGACATTGGCATTTTTAACATTAGATATCTTGGTTTAAATTAAAAGGAACCCCT-AAGGTCATCATTCAATATGAAAATTCTTAAAAATACTCTGTA
R.nor 239_8	CAAAATTCAAGTTTAGAATGATGTGACATTGGCATTTTTAACATTAGATATCTTGGTTTAAATTAAAAGGAACCCCT-AAGGTCATCATTCAATATGAAAATTCTTAAAAATACTCTGTA
R.nor 240_1	CAAAATTCAAGTTTAGAATGATGTGACATTGGCATTTTTAACATTAGATATCTTGGTTTAAATTAAAAGGAACCCCT-AAGGTCATCATTCAATATGAAAATTCTTAAAAATACTCTGTA
R.nor 240_2	CAAAATTCAAGTTTAGAATGATGTGACATTGGCATTTTTAACATTAGATATCTTGGTTTAAATTAAAAGGAACCCCT-AAGGTCATCATTCAATATGAAAATTCTTAAAAATACTCTGTA
R.rub 137_1	CAAAATTCAAGTTTAGAATGATGTGACATTGGCATTTTTAACATTAGATATCTTGGTTTAAATTATAAGGAACCCCT-AAGGTCATCATTCAATATGAAAATTCTTAACAATACTCTGTA
R.rub 137_3	CAAAATTCAAGTTTAGAATGATGTGACATTGGCATTTTTAACATTAGATATCTTGGTTTAAATTAAAAGGAACCCCT-AAGGTCATCATTCAATATGAAAATTCTTAAAAATACTCTGTA
R.rub 137_5	CAAAATTCAAGTTTAGAATGATGTGACATTGGCATTTTTAACATTAGATATCTTGGTTTAAATTAAAAGGAACCCCT-AAGGTCATCATTCAATATGAAAATTCTTAACAATACTCTGTA
R.rub 180_6	CAAAATTCAAGTTTAGAATGATGTGACATTGGCATTTTTAACATTAGATATCTTGGTTTAAATTAAAA-------------------------TATGAAAATTCTTAACAATACTCTGTA
R.rub 180_9	CAAAATTCAAGTTTAGAATGATGTGACATTGGCATTTTTAACATTAGATATCTTGGTTTAAATTAAAAGGAACCCCT-AAGGTCATCATTCAATATGAAAATTCTTAAAAATACTCTGTA
R.rub 180_10	CAAAATTCAAGTTTAGAATGATGTGACATTGGCATTTTTAACATTAGATATCTTGGTTTAAATTATAAGGAACCCCTTAAGGTCATCATTCAATATGAAAATTCTTAACAATACTCTGTA
R.rub 232_1	CAAAATTCAAGTTTAGAATGATGTGACATTGGCATTTTTAACATTAGATATCTTGGTTTAAATTATAAGGAACCCCTTAAGGTCATCATTCAATATGAAAATTCTTAACAATACTCTGTA
R.rub 232_3	CAAAATTCAAGTTTAGAATGATGTGACATTGGCATTTTTAACATTAGATATCTTGGTTTAAATTATAAGGAACCCCTTAAGGTCATCATTCAATATGAAAATTCTTAACAATACTCTGTA
R.rub 258	CAAAATTCAAGTTTAGAATGATGTGACATTGGCATTTTTAACATTAGATATCTTGGTTTAAATTAAAA-------------------------TATGAAAATTCTTAACAATACTCTGTA
R.rub 265_2	CAAAATTCAAGTTTAGAATGATGTGACATTGGCATTTTTAACATTAGATATCTTGGTTTAAATTAAAAGGAACCCCTTAAGGTCATCATTCAATATGAAAATTCTTAACAATACTCTGTA
R.rub 265_11	CAAAATTCAAGTTTAGAATGATGTGACATTAGCATTTTTAACATTAGATATCTTGGTTTAAATTATAAGGAACCCCTTAAGGTCATCATTCAATATGAAAATTCTTAACAATACTCTGTA
R.rub 265_20	CAAAATTCAAGTTTAGAATGATGTGACATTGGCATTTTTAACATTAGATATCTTGGTTTAAATTAAAA-------------------------TATGAAAATTCTTAACAATACTCTGTA
R.bre 123	CAAAATTCAAGTTTAGAATGATGTGACATTGGCATTTTTAACATTAGATATCTTGGTTTAAATTAAAAGGAACCCCT-AAGGTCATCATTCAATATGAAAATTCTTAACAATACTCTGTA
R.bre 124_6	CAAAATTCAAGTTTAGAATGATGTGACATTGGCATTTTTAACATTAGATATCTTGGTTTAAATTATAAGGAACCCCTTAAGGTCATCATTCAATATGAAAATTCTTAACAATACTCTGTA
R.bre 124_9	CAAAATTCAAGTTTAGAATGATGTGACATTGGCATTTTTAACATTAGATATCTTGGTTTAAATTATAAGGAACCCCTTAAGGTCATCATTCAATATGAAAATTCTTAACAATACTCTGTA
R.bre 129	CAAAATTCAAGTTTAGAATGATGTGACATTGGCATTTTTAACATTAGATATCTTGGTTTAAATTATAAGGAACCCCTTAAGGTCATCATTCAATATGAAAATTCTTAACAATACTCTGTA
R.bre 175_1	CAAAATTCAAGTTTAGAATGATGTGACATTGGCATTTTTAACATTAGATATCTTGGTTTAAATTATAAGGAACCCCTTAAGGTCATCATTCAGTATGAAAATTCTTAACAATACTCTGTA
R.bre 175_2	CAAAATTCAAGTTTAGAATGATGTGACATTGGCATTTTTAACATTAGATATCTTGGTTTAAATTATAAGGAACCCCTTAAGGTCATCATTCAATATGAAAATTCTTAACAATACTCTGTA
R.bre 175_3	CAAAATTCAAGTTTAGAATGATGTGACATTGGCATTTTTAACATTAGATATCTTGGTTTAAATTATAA-------------------------TATGAAAATTCTTAACAATACTCTGTA
R.bre 175_31	CAAAATTCAAGTTTAGAATGATGTGACATTGGCATTTTTAACATTAGATATCTTGGTTTAAATTATAAGGAACCCCTTAAGGTCATCATTCAGTATGAAAATTCTTAACAATACTCTGTA
R.bre 445_4	CAAAATTCAAGTTTAGAATGATGTGACATTGGCATTTTTAACATTAGATATCTTGGTTTAAATTATAAGGAACCCCTTAAGGTCATCATTCAATATGAAAATTCTTAACAATACTCTGTA
R.bre 445_5	CAAAATTCAAGTTTAGAATGATGTGACATTGGCATTTTTAACATTAGATATCTTGGTTTAAATTATAAGGAACCCCTTAAGGTCATCATTCAATATGAAAATTCTTAACAATACTCTGTA
R.bre g7_1	CAAAATTCAAGTTTAGAATGATGTGACATTGGCATTTTTAACATTAGATATCTTGGTTTAAATTATAAGGAACCCCTTAAGGTCATCATTCAATATGAAAATTCTTAACAATACTCTGTA
R.bre g7_2	CAAAATTCTAGTTTAGAATGATGTGACATTGGCATTTTTAACATTAGATATCTTGGTTTAAATTATAAGGAACCCCTTAAGGTCATCATTCAATATGAAAATTCTTAACAATACTCTGTA
R.tai 164_7	CAAAATTCTAGTTTAGAATGATGTGACATTGGCATTTTTAACATTAGATATCTTGGTTTAAATTATAAGGAACCCCTTAAGGTCATCATTCAATATGAAAATTCTTAACAATACTCTGTA
R.tai 164_15	CAAAATTCAAATTTAGAATGATGTGACATTGGCATTTTTAACATTAGATATCTTGGTTTAAATTAAAAGGAACCCCTAAAGGTCATCATTCAATATGAAAATTCTTAACAATACTCTGTA
R.tai 246	CAAAATTCTAGTTTAGAATGATGTGACATTGGCATTTTTAACATTAGATATCTTGGTTTAAATTATAAGGAACCCCTTAAGGTCATCATTCAATATGAAAATTCTTAACAATACTCTGTA
R.tai 360_4	CAAAATTCTAGTTTAGAATGATGTGACATTGGCATTTTTAACATTAGATATCTTGGTTTAAATTATAAGGAACCCCTTAAGGTCATCATTCAATATGAAAATTCTTAACAATACTCTGTA
R.tai 360_6	CAAAATTCAAGTTTAGAATGATGTGACATTGGCATTTTTAACATTAGATATCTTGGTTTAAATTATAAGGAACCCCTTAAGGTCATCATTCAATATGAAAATTCTTAACAATACTCTGTA
R.tas 405_1	CAAAATTCATGCTTAGAATGATGTGACAGTGGCGTTTTTAACATTAGATATCTTGGTTTAAATTAAAAGGAACACCTAAAGGTCATCATTCAATATGAAAATTCTTAACAATACTCTGTA
R.tas 405_8	CAAAATTCATGCTTAGAATGATGTTACAGTGGCGTTTTTAACATTAGATATCTTGGTATAAATTAAAAAGAACCCCTAAGGGTCATCATTCAATATGAAAATTCTTAACAATACTCTGTA

附錄四、(續)

	361 370 380 390 400 410 420 430 440 450 460 470 480
R.sim 74_2	CAGAATCTACAGATAATGTTATCCTTTTAAATTTGAGTATTT-ATCATGAGCATGACTGG TCATGTCAACAAGATGTAGGTCAAAAGACTCAAAACTGATGATACGGTCAGTTACAATTG
R.sim 74_4	CAGAATCTACAGATAATGTTATCCTTTTAAATTTGAGTATTT-ATCATGAGCATGACTGG TCATGTCAACAAGATGTAGGTCAAAAGACTCAAAACTGATGACGCGGTCAGTTACAATTG
R.sim 74_7	CAGAATCTACAGATAATGTTATCCTTTTAAATTTGAGTATTT-ATCATGAGCATGACTGG TCATGTCAACAAGATGTAGGTCAAAAGACTCAAAACTGATGACGCGGTCAGTTACAATTG
R.sim 74_10	CAGAATCTACAGATAATGTTATCCTTTTAAATTTGAGTATTT-ATCATGAGCATGACTGG TCATGTCAACAAGATGTAGGTCAAAAGACTCAAAACTGATGATACGGTCAGTTACAATTG
R.sim 76_2	CAGAATCTACAGATAATGTTATCCTTTTAAATTTGAGTATTT-ATCATGAGCATGACTGG TCATGTCAACAAGATGTAGGTCAAAAGACTCAAAACTGATGATACGGTCAGTTACAATTG
R.sim 76_7	CAGAATCTACAGATAATGTTATCCTTTTAAATTTGAGTATTT-ATCATGAGCATGACTGG TCATGTCAACAAGATGTAGGTCAAAAGACTCAAAACTGATGACGCGGTCAGTTACAATTG
R.nak 170_1	CAGAATCTACAGATAATGTTATCCTTTTAAATTTGAGTATTT-ATCATGAGCATGACTGG TCATGTCAACAAGATGTAGGTCAAAAGACTCAAAACTGATGATACGGTCAGTTACAATTG
R.nak 170_2	CAGAATCTACAGATAATGTTATCCTTTTAAATTTGAGTATTT-ATCATGAGCATGACTGG TCATGTCAACAAGATGTAGGTCAAAAGACTCAAAACTGATGATACGGTCAGTTACAATTG
R.nak 170_10	CAGAATCTACAGATAATGTTATCCTTTTAAATTTGAGTATTT-ATCATGAGCATGACTGG TCATGTCAACAAGATGTAGGTCAAAAGACTCAAAACTGATGATACGGTCAGTTACAATTG
R.nak 171_2	CAGAATCTACAGATAATGTTATCCTTTTAAATTTGAGTATTT-ATCATGAGCATGACTGG TCATGTCAACAAGATGTAGGTCAAAAGACTCAAAACTGATGATACGGTCAGTTACAATTG
R.nak 171_3	CAGAATCTACAGATAATGTTATCCTTTTAAATTTGAGTATTT-ATCATGAGCATGACTGG TCATGTCAACAAGATGTAGGTCAAAAGACTCAAAACTGATGATACGGTCAGTTACAATTG
R.nak 171_11	CAGAATCTACAGATAATGTTATCCTTTTAAATTTGAGTATTT-ATCATGAGCATGACTGG TCATGTCAACAAGATGTAGGTCAAAAGACTCAAAACTGATGATACGGTCAGTTACAATTG
R.nak 183_3	CAGAATCTACAGATAATGTTATCCTTTTAAATTTGAGTATTT-ATCATGAGCATGACTGG TCATGTCAACAAGATGTAGGTCAAAAGACTCAAAACTGATGATACGGTCAGTTACAATTG
R.nak 183_12	CAGAATCTACAGATAATGTTATCCTTTTAAATTTGAGTATTT-ATCATGAGCATGACTGG TCATGTCAACAAGATGTAGGTCAAAAGACTCAAAACTGATGATACGGTCAGTTACAATTG
R.nak 187_2	CAGAATCTACAGATAATGTTATCCTTTTAAATTTGAGTATTT-ATCATGAGCATGACTGG TCATGTCAACAAGATGTAGGTCAAAAGACTCAAAACTGATGATACGGTCAGTTACAATTG
R.nak 187_4	CAGAATCTACAGATAATGTTATCCTTTTAAATTTGAGTATTT-ATCATGAGCATGACTGG TCATGTCAACAAGATGTAGGTCAAAAGACTCAAAACTGATGATACGGTCAGTTACAATTG
R.nak 187_5	CAGAATCTACAGATAATGTTATCCTTTTAAATTTGAGTATTT-ATCATGAGCATGACTGG TCATGTCAACAAGATGTAGGTCAAAAGACTCAAAACTGATGATACGGTCAGTTACAATTG
R.nak 187_6	CAGAATCTACAGATAATGTTATCCTTTTAAATTTGAGTATTT-ATCATGAGCATGACTGG TCATGTCAACAAGATGTAGGTCAAAAGACTCAAAACTGATGATACGGTCAGTTACAATTG
R.nak 328_2	CAGAATCTACAGATAATGTTATCCTTTTAAATTTGAGTATTT-ATCATGAGCATGACTGG TCATGTCAACAAGATGTAGGTCAAAAGACTCAAAACTGATGATACGGTCAGTTACAATTG
R.nak 328_10	CAGAATCTACAGATAATGTTATCCTTTTAAATTTGAGTATTT-ATCATGAGCATGACTGG TCATGTCAACAAGATGTAGGTCAAAAGACTCAAAACTGATGATACGGTCAGTTACAATTG
R.nak 377_2	CAGAATCTACAGATAATGTTATCCTTTTAAATTTGAGTATTT-ATCATGAGCATGACTGG TCATGTCAACAAGATGTAGGTCAAAAGACTCAAAACTGATGATACGGTCAGTTACAATTG
R.nak 377_3	CAGAATCTACAGATAATGTTATCCTTTTAAATTTGAGTATTT-ATCATGAGCATGACTGG TCATGTCAACAAGATGTAGGTCAAAAGACTCAAAACTGATGATGCGGTCAGTTACAATTG
R.nak 391_5	CAGAATCTACAGATAATGTTATCCTTTTAAATTTGAGTATTT-ATCATGAGCATGACTGG TCATGTCAACAAGATGTAGGTCAAAAGACTCAAAACTGATGATACGGTCAGTTACAATTG
R.nak 391_11	CAGAATCTACAGATAATGTTATCCTTTTAAATTTGAGTATTT-ATCATGAGCATGACTGG TCATGTCAACAAGATGTAGGTCAAAAGACTCAAAACTGATGATGCGGTCAGTTACAATTG
R.nak 391_12	CAGAATCTACAGATAATGTTATCCTTTTAAATTTGAGTATTT-ATCATGAGCATGACTGG TCATGTCAACAAGATGTAGGTCAAAAGACTCAAAACTGATGATACGGTCAGTTACAATTG
R.lon 312_2	CAGAATCTACAGATAATGTTATCCTTTTAAATTTGAGTATTT-ATCATGAGCATGACTGG TCATGTCAACAAGATGTAGGTCAAAAGACTCAAAACTGATGATGCGGTCAGTTACAATTG
R.lon 312_3	CAGAATCTACAGATAATGTTATCCTTTTAAATTTGAGTATTT-ATCATGAGCATGACTGG TCATGTCAACAAGATGTAGGTCAAAAGACTCAAAACTGATGATGCGGTCAGTTACAATTG
R.lon 312_9	CAGAATCTACAGATAATGTTATCCTTTTAAATTTGAGTATTT-ATCATGAGCATGACTGG TCATGTCAACAAGATGTAGGTCAAAAGACTCAAAACTGATGATGCGGTCAGTTACAATTG
R.lon 317_1	CAGAATCTACAGATAATGTTATCCTTTTAAATTTGAGTATTT-ATCATGAGCATGACTGG TCATGTCAACAAGATGTAGGTCAAAAGACTCAAAACTGATGATACGGTCAGTTACAATTG
R.lon 317_3	CAGAATCTACAGATAATGTTATCCTTTTAAATTTGAGTATTT-ATCATGAGCATGACTGG TCATGTCAACAAGATGTAGGTCAAAAGACTCAAAACTGATGATACGGTCAGTTACAATTG
R.kan 117_1	CAGAATCTACAGATAATGTTATCCTTTTAAATTTGAGTATTT-ATCATGAGCATGACTGG TCATGTCAACAAGATGTAGGTCAAAAGACTCAAAACTGATGATGCGGTCAGTTACAATTG
R.kan 117_8	CAGAATCTACAGATAATGTTATCCTTTTAAATTTGAGTATTT-ATCATGAGCATGACTGG TCATGTCAACAAGATGTAGGTCAAAAGACTCAAAACTGATGACGCGGTCAGTTACAATTG
R.kan 118_6	CAGAATCTACAGATAATGTTATCCTTTTAAATTTGAGTATTT-ATCATGAGCATGACTGG TCATGTCAACAAGATGTAGGTCAAAAGACTCAAAACTGATGACGCGGTCAGTTACAATTG
R.kan 118_7	CAGAATCTACAGATAATGTTATCCTTTTAAATTTGAGTATTT-ATCATGAGCATGACTGG TCATGTCAACAAGATGTAGGTCAAAAGACTCAAAACTGATGATGCGGTCAGTTACAATTG
R.old 20	CAGAATCTACAGATAATGTTATCCTTTTAAATTTGAGTATTT-ATCATGAGCATGACTGG TCATGTCAACAAGATGTAGGTCAAAAGACTCAAAACTGATGATGCGGTCAGTTACAATTG
R.old 86	CAGAATCTACAGATAATGTTATCCTTTTAAATTTGAGTATTT-ATCATGAGCATGACTGG TCATGTCAACAAGATGTAGGTCAAAAGACTCAAAACTGATGATGCGGTCAGTTACAATTG
R.old 163	CAGAATCTACAGATAATGTTATCCTTTTAAATTTGAGTATTT-ATCATGAGCATGACTGG TCATGTCAACAAGATGTAGGTCAAAAGACTCAAAACTGATGATGCGGTCAGTTACAATTG
R.old 337	CAGAATCTACAGATAATGTTATCCTTTTAAATTTGAGTATTT-ATCATGAGCATGACTGG TCATGTCAACAAGATGTAGGTCAAAAGACTCAAAACTGATGACGCGGTCAGTTACAATTG
R.nor 130_3	CAGAATCTACAGATAATGTTATCCTTTTAAATTTGAGTATTT-ATCATGAGCATGACTGG TCATGTCAACAAGATGTAGGTCAAAAGACTCAAAACTGATGATACGGTCAGTTACAATTG
R.nor 130_4	CAGAATCTACAGATAATGTTATCCTTTTAAATTTGAGTATTT-ATCATGAGCATGACTGG TCATGTCAACAAGATGTAGGTCAAAAGACTCAAACCTGATGATACGGTCAGTTACAATTG
R.nor 130_5	CAGAATCTACAGATAATGTTATCCTTTTAAATTTGAGTATTT-ATCATGAGCATGACTGG TCATGTCAACAAGATGTAGGTCAAAAGACTCAAAACTGATGATACGGTCAGTTACAATTG
R.nor 141_3	CAGAATCTACAGATAATGTTATCCTTTTAAATTTGAGTATTT-ATCATGAGCATGACTGG TCATGTCAACAAGATGTAGGTCAAAAGACTCAAAACTGATGATACGGTCAGTTACAATTG
R.nor 141_10	CAGAATCTACAGATAATGTTATCCTTTTAAATTTGAGTATTT-ATCATGAGCATGACTGG TCATGTCAACAAGATGTAGGTCAAAAGACTCAAAACTGATGATACGGTCAGTTACAATTG
R.nor 239_4	CAGAATCTACAGATAATGTTATCCTTTTAAATTTGAGTATTT-ATCATGAGCATGACTGG TCATGTCAACAAGATGTAGGTCAAAAGACTCAAAACTGATGATACGGTCAGTTACAATTG
R.nor 239_5	CAGAATCTACAGATAATGTTATCCTTTTAAATTTGAGTATTT-ATCATGAGCATGACTGG TCATGTCAACAAGATGTAGGTCAAAAGACTCAAAACTGATGATACGGTCAGTTACAATTG
R.nor 239_8	CAGAATCTACAGATAATGTTATCCTTTTAAATTTGAGTATTT-ATCATGAGCATGACTGG TCATGTCAACAAGATGTAGGTCAAAAGACTCAAAACTGATGATACGGTCAGTTACAATTG
R.nor 240_1	CAGAATCTACAGATAATGTTATCCTTTTAAATTTGAGTATTT-ATCATGAGCATGACTGG TCATGTCAACAAGATGTAGGTCAAAAGACTCAAAACTGATGATACGGTCAGTTACAATTG
R.nor 240_2	CAGAATCTACAGATAATGTTATCCTTTTAAATTTGAGTATTT-ATCATGAGCATGACTGG TCATGTCAACAAGATGTAGGTCAAAAGACTCAAAACTGATGATACGGTCAGTTACAATTG
R.rub 137_1	CAGAATCTACAGATAATGTTATCCTTTTAAATTTGAGTATTT-ATCATGAGCATGACTGG TCATGTCAACAAGATGTAGGTCAAAAGACTCAAAACTGATGATGCGGTCAGTTACAATTG
R.rub 137_3	CAGAATCTACAGATAATGTTATCCTTTTAAATTTGAGTATTT-ATCATGAGCATGACTGG TCATGTCAACAAGATGTAGGTCAAAAGACTCAAAACTGATGATGCGGTCAGTTACAATTG
R.rub 137_5	CAGAATCTACAGATAATGTTATCCTTTTAAATTTGAGTATTT-ATCATGAGCATGACTGG TCATGTCAACAAGATGTAGGTCAAAAGACTCAAAACTGATGATGCGGTCAGTTACAATTG
R.rub 180_6	CAGAATCTACAGATAATGTTATCCTTTTAAATTTGAGTATTT-ATCATGAGCATGACTGG TCATGTCAACAAGATGTAGGTCAAAAGACTCAAAACTGATGATGCGGTCAGTTACAATTG
R.rub 180_9	CAGAATCTACAGATAATGTTATCCTTTTAAATTTGAGTATTT-ATCATGAGCATGACTGG TCATGTCAACAAGATGTAGGTCAAAAGACTCAAAACTGATGATGCGGTCAGTTACAATTG
R.rub 180_10	CAGAATCTACAGATAATGTTATCCTTTTAAATTTGAGTATTT-ATCATGAGCATGACTGG TCATGTCAACAAGATGTAGGTCAAAAGACTCAAAACTGATGATGCGGTCAGTTACAATTG
R.rub 232_1	CAGAATCTACAGATAATGTTATCCTTTTAAATTTGAGTATTTTATCATGAGCATGACTGG TCATGTCAACAAGATGGAGGTCAAAAGACTCAAAACTGATGATGCGGTAAGTTACAATTG
R.rub 232_3	CAGAATCTACAGATAATGTTATCCTTTTAAATTTGAGTATTTTATCATGAGCATGACTGG TCATGTCAACAAGATGTAGGTCAAAAGACTCAAAACTGATGATGCGGTCAGTTACAATTG
R.rub 258	CAGAATCTACAGATAATGTTATCCTTTTAAATTTGAGTATTT-ATCATGAGCATGACTGG TCATGTCAACAAGATGTAGGTCAAAAGACTCAAAACTGATGATGCGGTCAGTTACAATTG
R.rub 265_2	CAGAATCTACAGATAATGTTATCCTTTTAAATTTGAGTATTT-ATCATGAGCATGACTGG TCATGTCAACAAGATGTAGGTCAAAAGACTCAAAACTGATGATGCGGTCAGTTACAATTG
R.rub 265_11	CAGAATCTACAGATAATGTTATCCTTTTAAATTTGAGTATTT-ATCATGAGCATGACTGG TCATGTCAACAAGATGTAGGTCAAAAGACTCAAAACTGATGATGCGGTCAGTTACAATTG
R.rub 265_20	CAGAATCTACAGATAATGTTATCCTTTTAAATTTGAGTATTT-ATCATGAGCATGACTGG TCATGTCAACAAGATGTAGGTCAAAAGACTCAAAACTGATGATGCGGTCAGTTACAATTG
R.bre 123	CAGAATCTACAGATAATGTTATCCTTTTAAATTTGAGTATTT-ATCATGAGCATGACTGG TCATGTCAACAAGATGTAGGTCAAAAGACTCAAAACTGATGATGCGGTCAGTTACAATTG
R.bre 124_6	CAGAATCTACAGATAATGTTATCCTTTTAAATTTGAGTATTTTATCATGAGCATGACTGG TCATGTCAACAAGATGTAGGTCAAAAGACTCAAAACTGATGATGCGGTCAGTTACAATTG
R.bre 124_9	CAGAATCTACAGATAATGTTATCCTTTTAAATTTGAGTATTTTATCATGAGCATGACTGG TCATGTCAACAAGATGTAGGTCAAAAGACTCAAAACTGATGATGCGGTCAGTTACAATTG
R.bre 129	CAGAATCTACAGATAATGTTATCCTTTTAAATTTGAGTATTTTATCATGAGCATGACTGG TCATGTCAACAAGATGTAGGTCAAAAGACTCAAAACTGATGATGCGGTCAGTTACAATTG
R.bre 175_1	CAGAATCTACAGATAATGTTATCCTTTTAAATTTGAGTATTTTATCATGAGCATGACTGG TCATGTCAACAAGATGTAGGTCAAAAGACTCAAAACTGATGATGCGGTCAGTTACAATTG
R.bre 175_2	CAGAATCTACAGATAATGTTATCCTTTTAAATTTGAGTATTTTATCATGAGCATGACTGG TCATGTCAACAAGATGTAGGTCAAAAGACTCAAAACTGATGATGCGGTCAGTTACAATTG
R.bre 175_3	CAGAATCTACAGATAATGTTATCCTTTTAAATTTGAGTATTTTATCATGAGCATGACTGG TCATGTCAACAAGATGTAGGTCAAAAGACTCAAAACTGATGATGCGGTCAGTTACAATTG
R.bre 175_31	CAGAATCTACAGATAATGTTATCCTTTTAAATTTGAGTATTTTATCATGAGCATGACTGG TCATGTCAACAAGATGTAGGTCAAAAGACTCAAAACTGATGATGCGGTCAGTTACAATTG
R.bre 445_4	CAGAATCTACAGATAATGTTATCCTTTTAAATTTGAGTATTTTATCATGAGCATGACTGG TCATGTCAACAAGATGTAGGTCAAAAGACTCAAAACTGATGATGCGGTCAGTTACAATTG
R.bre 445_5	CAGAATCTACAGATAATGTTATCCTTTTAAATTTGAGTATTTTATCATGAGCATGACTGG TCATGTCAACAAGATGTAGGTCAAAAGACTCAAAACTGATGATGCGGTCAGTTACAATTG
R.bre g7_1	CAGAATCTACAGATAATGTTATCCTTTTAAATTTGAGTATTTTATCATGAGCATGACTGG TCATGTCAACAAGATGTAGGTCAAAAGACTCAAAACTGATGATGCGGTCAGTTACAATTG
R.bre g7_2	CAGAATCTACAGATAATGTTATCCTTTTAAATTTGAGTATTTTATCATGAGCATGACTGG TCATGTCAACAAGATGTAGGTCAAAAGACTCAAAACTGATGATGCGGTCAGTTACAATTG
R.tai 164_7	CAGAATCTACAGATAATGTTATCCTTTTAAATTTGAGTATTTTATCATGAGCATGACTGG TCATGTCAACAAGATGTAGGTCAAAAGACTCAAAACTGATGATGCGGTCAGTTACAATTG
R.tai 164_15	CAGAATCTACAGATAATGTTATCCTTTTAAATTTGAGTATTTTATCATGAGCATGACTGG TCATGTCAACAAGATGTAGGTCAAAAGACTCAAAACTGATGATGCGGTCAGTTACAATTG
R.tai 246	CAGAATCTACAGATAATGTTATCCTTTTAAATTTGAGTATTTTATCATGAGCATGACTGG TCATGTCAACAAGATGTAGGTCAAAAGACTCAAAACTGATGATGCGGTCAGTTACAATTG
R.tai 360_4	CAGAATCTACAGATAATGTTATCCTTTTAAATTTGAGTATTTTATCATGAGCATGACTGG TCATGTCAACAAGATGTAGGTCAAAAGACTCAAAACTGATGATGCGGTCAGTTACAATTG
R.tai 360_6	CAGAATCTACAGATAATGTTATCCTTTTAAATTTGAGTATTTTATCATGAGCATGACTGG TCATGTCAACAAGATGGAGGTCAAAAGACTCAAAACTGATGATGCGGTAAGTTACAATTG
R.tas 405_1	CAGAATCTACAGATAATGTTATCCTTGTAAATTTGAGTATTTTATCATGAGCATGACTGG TCATGTCAACAAGATGTAGGTCGAAAGACTCAAAACTGATGACGCGGTCAGTTACAATTG
R.tas 405_8	CAGAATCTACAGATAATGTTATCCTTGTAAATTTGAGTATTTTATCATGAGCATGACTGG TCATGTCAACAAGATGTAGGTCGAAAGACTCAAAACTGATGACGCGGTCAGTTACAATTG

附錄四、(續)

	481 490 500 510 520 530 540	550 560 570 580 590 600
R.sim 74_2	TTCAAAGGACCAATTAATACCAATCACATTCACTGGTTTTTGGCACGGATCTAGCATTAA	ACAACCCTATCAACTGGGCGATTCTCCGCCTGCATCTCGGCTCTGATATCATCTTTGTTA
R.sim 74_4	TTCAAAGGACCAATTAATACCAATCACATTCACTGGTTTTTGGCACGGATCTAGCATTAA	ACAACCCTATCAACTGGGCGATTCTCCGCCTGCATCTCGGCTCTGATATCATCTTTGTTA
R.sim 74_7	TTCAAAGGACCAATTAATACCAATCACATTCACTGGTTTTTGGCACGGATCTAGCATTAA	ACAACCCTATCAACTGGGCGATTCTCCGCCTGCATCTCGGCTCTGATATCATCTTTGTTA
R.sim 74_10	TTCAAAGGACCAATTAATACCAATCACATTCACTGGTTTTTGGCACGGATCTAGCATTAA	ACAACCCTATCAACTGGGCGATTCTCCGCCTGCATCTCGGCTCTGATATCATCTTTGTTA
R.sim 76_2	TTCAAAGGACCAATTAATACCAATCACATTCACTGGTTTTTGGCACGGATCTAGCATTAA	ACAACCCTATCAACTGGGCGATTCTCCGCCTGCATCTCGGCTCTGATATCATCTTTGTTA
R.sim 76_7	TTCAAAGGACCAATTAATACCAATCACATTCACTGGTTTTTGGCACGGATCTAGCATTAA	ACAACCCTATCAACTGGGCGATTCTCCGCCTGCATCTCGGCTCTGATATCATCTTTGTTA
R.nak 170_1	TTCAAAGGACCAATTAATACCAATCACATTCACTGGTTTTTGGCACGGATCTAGCATTAA	ACAACCCTATCAACTGGGCGATTCTCCGCCTGCATCTCGGCTCTGATATCATCTTTGTTA
R.nak 170_2	TTCAAAGGACCAATTAATACCAATCACATTCACTGGTTTTTGGCACGGATCTAGCATTAA	ACAACCCTATCAACTGGGCGATTCTCCGCCTGCATCTCGGCTCTGATATCATCTTTGTTA
R.nak 170_10	TTCAAAGGACCAATTAATACCAATCACATTCACTGGTTTTTGGCACGGATCTAGCATTAA	ACAACCCTATCAACTGGGCGATTCTCCGCCTGCATCTCGGCTCTGATATCATCTTTGTTA
R.nak 171_2	TTCAAAGGACCAATTAATACCAATCACATTCACTGGTTTTTGGCACGGATCTAGCATTAA	ACAACCCTATCAACTGGGCGATTCTCCGCCTGCATCTCGGCTCTGATATCATCTTTGTTA
R.nak 171_3	TTCAAAGGACCAATTAATACCAATCACATTCACTGGTTTTTGGCACGGATCTAGCATTAA	ACAACCCTATCAACTGGGCGATTCTCCGCCTGCATCTCGGCTCTGATATCATCTTTGTTA
R.nak 171_11	TTCAAAGGACCAATTAATACCAATCACATTCACTGGTTTTTGGCACGGATCTAGCATTAA	ACAACCCTATCAACTGGGCGATTCTCCGCCTGCATCTCGGCTCTGATATCATCTTTGTTA
R.nak 183_3	TTCAAAGGACCAATTAATACCAATCACATTCACTGGTTTTTGGCACGGATCTAGCATTAA	ACAACCCTATCAACTGGGCGATTCTCCGCCTGCATCTCGGCTCTGATATCATCTTTGTTA
R.nak 183_12	TTCAAAGGACCAATTAATACCAATCACATTCACTGGTTTTTGGCACGGATCTAGCATTAA	ACAACCCTATCAACTGGGCGATTCTCCGCCTGCATCTCGGCTCTGATATCATCTTTGTTA
R.nak 187_2	TTCAAAGGACCAATTAATACCAATCACATTCACTGGTTTTTGGCACGGATCTAGCATTAA	ACAACCCTATCAACTGGGCGATTCTCCGCCTGCATCTCGGCTCTGATATCATCTTTGTTA
R.nak 187_4	TTCAAAGGACCAATTAATACCAATCACATTCACTGGTTTTTGGCACGGATCTAGCATTAA	ACAACCCTATCAACTGGGCGATTCTCCGCCTGCATCTCGGCTCTGATATCATCTTTGTTA
R.nak 187_5	TTCAAAGGACCAATTAATACCAATCACATTCACTGGTTTTTGGCACGGATCTAGCATTAA	ACAACCCTATCAACTGGGCGATTCTCCGCCTGCATCTCGGCTCTGATATCATCTTTGTTA
R.nak 187_6	TTCAAAGGACCAATTAATACCAATCACATTCACTGGTTTTTGGCACGGATCTAGCATTAA	ACAACCCTATCAACTGGGCGATTCTCCGCCTGCATCTCGGCTCTGATATCATCTTTGTTA
R.nak 328_2	TTCAAAGGACCAATTAATACCAATCACATTCACTGGTTTTTGGCACGGATCTAGCATTAA	ACAACCCTATCAACTGGGCGATTCTCCGCCTGCATCTCGGCTCTGATATCATCTTTGTTA
R.nak 328_10	TTCAAAGGACCAATTAATACCAATCACATTCACTGGTTTTTGGCACGGATCTAGCATTAA	ACAACCCTATCAACTGGGCGATTCTCCGCCTGCATCTCGGCTCTGATATCATCTTTGTTA
R.nak 377_2	TTCAAAGGACCAATTAATACCAATCACATTCACTGGTTTTTGGCACGGATCTAGCATTAA	ACAACCCTATCAACTGGGCGATTCTCCGCCTGCATCTCGGCTCTGATATCATCTTTGTTA
R.nak 377_3	TTCAAAGGACCAATTAATACCAATCACATTCACTGGTTTTTGGCACGGATCTAGCATTAA	ACAACCCTATCAACTGGGCGATTCCCCGCCTGCATCTCGGCTCTGATATCATCTTTGTTA
R.nak 391_5	TTCAAAGGACCAATTAATACCAATCACATTCACTGGTTTTTGGCACGGATCTAGCATTAA	ACAACCCTATCAACTGGGCGATTCTCCGCCTGCATCTCGGCTCTGATATCATCTTTGTTA
R.nak 391_11	TTCAAAGGACCAATTAATACCAATCACATTCACTGGTTTTTGGCACGGATCTAGCATTAA	ACAACCCTATCAACTGGGCGATTCTCCGCCTGCATCTCGGCTCTGATATCATCTTTGTTA
R.nak 391_12	TTCAAAGGACCAATTAATACCAATCACATTCACTGGTTTTTGGCACGGATCTAGCATTAA	ACAACCCTATCAACTGGGCAATTCTCCGCCTGCATCTCGGCTCTGATATCATCTTTGTTA
R.lon 312_2	TTCAAAGGACCAATTAATACCAATCACATTCACTGGTTTTTGGCACGGATCTAGCATTAA	ACAACCCTATCAACTGGGCGATTCTCCGTCTGCATCTCGGCTCTGATATCATCTTTGTTA
R.lon 312_3	TTCAAAGGACCAATTAATACCAATCACATTCACTGGTTTTTGGCACGGATCTAGCATTAA	ACAACCCTATCAACTGGGCGATTCCCCGCCTGCATCTCGGCTCTGATATCATCTTTGTTA
R.lon 312_9	TTCAAAGGACCAATTAATACCAATCACATTCACTGGTTTTTGGCACGGATCTAGCATTAA	ACAACCCTATCAACTGGGCGATTCCCCGCCTGCATCTCGGCTCTGATATCATCTTTGTTA
R.lon 317_1	TTCAAAGGACCAATTAATACCAATCACATTCACTGGTTTTTGGCACGGATCTAGCATTAA	ACAACCCTATCAACTGGGCAATTCTCCGCCTGCATCTCGGCTCTGATATCATCTTTGTTA
R.lon 317_3	TTCAAAGGACCAATTAATACCAATCACATTCACTGGTTTTTGGCACGGATCTAGCATTAA	ACAACCCTATCAACTGGGCGATTCTCCGCCTGCATCTCGGCTCTGATATCATCTTTGTTA
R.kan 117_1	TTCAAAGGACCAATTAATACCAATCACATTCACTGGTTTTTGGCACGGATCTAGCATTAA	ACAACCCTATCAACTGGGCGATTCTCCGCCTGCATCTCGGCTCTGATATCATCTTTGTTA
R.kan 117_8	TTCAAAGGACCAATTAATACCAATCACATTCACTGGTTTTTGGCACGGATCTAGCATTAA	ACAACCCTATCAACTGGGCGATTCTCCGCCTGCATCTCGGCTCTGATATCATCTTTGTTA
R.kan 118_6	TTCAAAGGACCAATTAATACCAATCACATTCACTGGTTTTTGGCACGGATCTAGCATTAA	ACAACCCTATCAACTGGGCGATTCTCCGCCTGCATCTCGGCTCTGATATCATCTTTGTTA
R.kan 118_7	TTCAAAGGACCAATTAATACCAATCACATTCACTGGTTTTTGGCACGGATCTAGCATTAA	ACAACCCTATCAACTGGGCGATTCTCCGCCTGCATCTCGGCTCTGATATCATCTTTGTTA
R.old 20	TTCAAAGGACCAATTAATACCAATCACATTCACTGGTTTTTGGCACGGATCTAGCATTAA	ACAACCCTATCAACTGGGCGATTCTCCGCCTGCATCTCGGCTCTGATATCATCTTTGTTA
R.old 86	TTCAAAGGACCAATTAATACCAATCACATTCACTGGTTTTTGGCACGGATCTAGCATTAA	ACAACCCTATCAACTGGGCGATTCTCCGCCTGCATCTCGGCTCTGATATCATCTTTGTTA
R.old 163	TTCAAAGGACCAATTAATACCAATCACATTCACTGGTTTTTGGCACGGATCTAGCATTAA	ACAACCCTATCAACTGGGCGATTCTCCGCCTGCATCTCGGCTCTGATATCATCTTTGTTA
R.old 337	TTCAAAGGACCAATTAATACCAATCACATTCACTGGTTTTTGGCACGGATCTAGCATTAA	ACAACCCTATCAACTGGGCGATTCTCCGCCTGCATCTCGGCTCTGATATCATCTTTGTTA
R.nor 130_3	TTCAAAGGACCAATTAATACCAATCACATTCACTGGTTTTTGGCACGGATCTAGCATTAA	ACAACCCTATCAACTGGGCGATTCTCCGCCTGCATCTCGGCTCTGATATCATCTTTGTTA
R.nor 130_4	TTCAAAGGACCAATTAATACCAATCACATTCACTGGTTTTTGGCACGGATCTAGCATTAA	ACAACCCTATCAACTGGGCGATTCTCCGCCTGCATCTCGGCTCTGATATCATCTTTGTTA
R.nor 130_5	TTCAAAGGACCAATTAATACCAATCACATTCACTGGTTTTTGGCACGGATCTAGCATTAA	ACAACCCTATCAACTGGGCGATTCTCCGCCTGCATCTCGGCTCTGATATCATCTTTGTTA
R.nor 141_3	TTCAAAGGACCAATTAATACCAATCACATTCACTGGTTTTTGGCACGGATCTAGCATTAA	ACAACCCTATCAACTGGGCGATTCTCCGCCTGCATCTCGGCTCTGATATCATCTTTGTTA
R.nor 141_10	TTCAAAGGACCAATTAATACCAATCACATTCACTGGTTTTTGGCACGGATCTAGCATTAA	ACAACCCTATCAACTGGGCGATTCTCCGCCTGCATCTCGGCTCTGATATCATCTTTGTTA
R.nor 239_4	TTCAAAGGACCAATTAATACCAATCACATTCACTGGTTTTTGGCACGGATCTAGCATTAA	ACAACCCTATCAACTGGGCGATTCTCCGCCTGCATCTCGGCTCTGATATCATCTTTGTTA
R.nor 239_5	TTCAAAGGACCAATTAATACCAATCACATTCACTGGTTTTTGGCACGGATCTAGCATTAA	ACAACCCTATCAACTGGGCGATTCTCCGCCTGCATCTCGGCTCTGATATCATCTTTGTTA
R.nor 239_8	TTCAAAGGACCAATTAATACCAATCACATTCACTGGTTTTTGGCACGGATCTAGCATTAA	ACAACCCTATCAACTGGGCGATTCTCCGCCTGCATCTCGGCTCTGATATCATCTTTGTTA
R.nor 240_1	TTCAAAGGACCAATTAATACCAATCACATTCACTGGTTTTTGGCACGGATCTAGCATTAA	ACAACCCTATCAACTGGGCGATTCTCCGCCTGCATCTCGGCTCTGATATCATCTTTGTTA
R.nor 240_2	TTCAAAGGACCAATTAATACCAATCACATTCACTGGTTTTTGGCACGGATCTAGCATTAA	ACAACCCTATCAACTGGGCGATTCTCCGCCTGCATCTCGGCTCTGATATCATCTTTGTTA
R.rub 137_1	TTCAAAGGACCAATTAAAACCAATCACATTCACTGGTTTTTGGCACGGATCTAGCATTAA	ACAACCCTATCAACTGGGCGATTCTCCGCCTGCATCTCGGCTCTGATATCATCTTTGTTA
R.rub 137_3	TTCAAAGGACCAATTAATACCAATCACATTCACTGGTTTTTGGCACGGATCTAGCATTAA	ACAACCCTATCAACTGGGCGATTCTCCGCCTGCATCTCGGCTCTGATATCATCTTTGTTA
R.rub 137_5	TTCAAAGGACCAATTAATACCAATCACATTCACTGGTTTTTGGCACGGATCTAGCATTAA	ACAACCCTATCAACTGGGCGATTCTCCGCCTGCATCTCGGCTCTGATATCATCTTTGTTA
R.rub 180_6	TTCAAAGGACCAATTAATACCAATCACATTCACTGGTTTTTGGCACGGATCTAGCATTAA	ACAACCCTATCAACTGGGCGATTCTCCGCCTGCATCTCGGCTCTGATATCATCTTTGTTA
R.rub 180_9	TTCAAAGGACCAATTAATACCAATCACATTCACTGGTTTTTGGCACGGATCTAGCATTAA	ACAACCCTATCAACTGGGCGATTCTCCGCCTGCATCTCGGCTCTGATATCATCTTTGTTA
R.rub 180_10	TTCAAAGGACCAATTAAAACCAATCATATTCACTGGTTTTTGGCACGGATCTAGCATTAA	ACAACCCTATCAACTGGGCGATTCTCCGCCTGCATCTCGGCTCTGATATCATCTTTGTTA
R.rub 232_1	TTCAAAGGACCAATTAAAACCAATCACATTCACTGGTTTTTGGCACGGATCTAGCATTAA	ACAACCCTATCAACTGGGCGATTCTCCGCCTGCATCTCGGCTCTGATATCATCTTTGTTA
R.rub 232_3	TTCAAAGGACCAATTAAAACCAATCACATTCACTGGTTTTTGGCACGGATCTAGCATTAA	ACAACCCTATCAACTGGGCGATTCTCCGCCTGCATCTCGGCTCTGATATCATCTTTGTTA
R.rub 258	TTCAAAGGACCAATTAATACCAATCACATTCACTGGTTTTTGGCACGGATCTAGCATTAA	ACAACCCTATCAACTGGGCGATTCTCCGCCTGCATCTCGGCTCTGATATCATCTTTGTTA
R.rub 265_2	TTCAAAGGACCAATTAATACCAATCACATTCACTGGTTTTTGGCACGGATCTAGCATTAA	ACAACCCTATCAACTGGGCGATTCTCCGCCTGCATCTCGGCTCTGATATCATCTTTGTTA
R.rub 265_11	TTCAAAGGACCAATTAATACCAATCACATTCACTGGTTTTTGGCACGGATCTAGCATTAA	ACAACCCTATCAACTGGGCGATTCTCCGCCTGCATCTCGGCTCTGATATCATCTTTGTTA
R.rub 265_20	TTCAAAGGACCAATTAATACCAATCACATTCACTGGTTTTTGGCACGGATCTAGCATTAA	ACAACCCTATCAACTGGGCGATTCTCCGCCTGCATCTCGGCTCTGATATCATCTTTGTTA
R.bre 123	TTCAAAGGACCAATTAATACCAATCACATTCACTGGTTTTTGGCACGGATCTAGCATTAA	ACAACCCTATCAACTGGGCGATTCTCCGCCTGCATCTCGGCTCTGATATCATCTTTGTTA
R.bre 124_6	TTCAAAGGACCAATTAAAACCAATCACATTCACTGGTTTTTGGCACGGATCTAGCATTAA	ACAACCCTATCAACTGGGCGATTCTCCGCCTGCATCTCGGCTCTGATATCATCTTTGTTA
R.bre 124_9	TTCAAAGGACCAATTAAAACCAATCACATTCACTGGTTTTTGGCACGGATCTAGCATTAA	ACAACCCTATCAACTGGGCGATTCTCCGCCTGCATCTCGGCTCTGATATCATCTTTGTTA
R.bre 129	TTCAAAGGACCAATTAAAACCAATCACATTCACTGGTTTTTGGCACGGATCTAGCATTAA	ACAACCCTATCAACTGGGCGATTCTCCGCCTGCATCTCGGCTCTGATATCATCTTTGTTA
R.bre 175_1	TTCAAAGGACCAATTAAAACCAATCACATTCACTGGTTTTTGGCACGGATCTAGCATTAA	ACAACCCTATCAACTGGGCGATTCTCCGCCTGCATCTCGGCTCTGATATCATCTTTGTTA
R.bre 175_2	TTCAAAGGACCAATTAAAACCAATCACATTCACTGGTTTTTGGCACGGATCTAGCATTAA	ACAACCCTATCAACTGGGCGATTCTCCGCCTGCATCTCGGCTCTGATATCATCTTTGTTA
R.bre 175_3	TTCAAAGGACCAATTAAAACCAATCACATTCACTGGTTTTTGGCACGGATCTAGCATTAA	ACAACCCTATCAACTGGGCGATTCTCCGCCTGCATCTCGGCTCTGATATCATCTTTGTTA
R.bre 175_31	TTCAAAGGACCAATTAAAACCAATCACATTCACTGGTTTTTGGCACGGATCTAGCATTAA	ACAACCCTATCAACTGGGCGATTCTCCGCCTGCATCTCGGCTCTGATATCATCTTTGTTA
R.bre 445_4	TTCAAAGGACCAATTAAAACCAATCACATTCACTGGTTTTTGGCACGGATCTAGCATTAA	ACAACCCTATCAACTGGGCGATTCTCTGCCTGCATCTCGGCTCTGATATCATCTTTGTTA
R.bre 445_5	TTCAAAGGACCAATTAAAACCAATCACATTCACTGGTTTTTGGCACGGATCTAGCATTAA	ACAACCCTATCAACTGGGCGATTCTCTGCCTGCATCTCGGCTCTGATATCATCTTTGTTA
R.bre g7_1	TTCAAAGGACCAATTAAAACCAATCACATTCACTGGTTTTTGGCACGGATCTAGCATTAA	ACAACCCTATCAACTGGGCGATTCTCCGCCTGCATCTCGGCTCTGATATCATCTTTGTTA
R.bre g7_2	TTCAAAGGACCAATTAAAACCAATCACATTCACTGGTTTTTGGCACGGATCTAGCATTAA	ACAACCCTATCAACTGGGCGATTCTCCGCCTGCATCTCGGCTCTGATATCATCTTTGTTA
R.tai 164_7	TTCAAAGGACCAATTAAAACCAATCACATTCACTGGTTTTTGGCACGGATCTAGCATTAA	ACAACCCTATCAACTGGGCGATTCTCCGCCTGCATCTCGGCTCTGATATCATCTTTGTTA
R.tai 164_15	TTCAAAGGACCAATTAAAACCAATCACATTCACTGGTTTTTGGCACGGATCTAGCATTAA	ACAACCCTATCAACTGGGCGATTCTCCGCCTGCATCTCGGCTCTGATATCATCTTTGTTA
R.tai 246	TTCAAAGGACCAATTAAAACCAATCACATTCACTGGTTTTTGGCACGGATCTAGCATTAA	ACAACCCTATCAACTGGGCGATTCTCCGCCTGCATCTCGGCTCTGATATCATCTTTGTTA
R.tai 360_4	TTCAAAGGACCAATTAAAACCAATCACATTCACTGGTTTTTGGCACGGATCTAGCATTAA	ACAACCCTATCAACTGGGCGATTCTCCGCCTGCATCTCGGCTCTGATATCATCTTTGTTA
R.tai 360_6	TTCAAAGGACCAATTAAAACCAATCACATTCACTGGTTTTTGGCACGGATCTAGCATTAA	ACAACCCTATCAACTGGGCGATTCTCCGCCTGCATCTCGGCTCTGATATCATCTTTGTTA
R.tas 405_1	TTCAAAGAACCAATTAAAACCAATCACATTCACTGGTTTTTGGCACGGATCTAGCATTAA	ACAACCCTATCAACTGGGCGATTCTCTGCCTGCATCTCGGCTCTGATATCATCTTTGTAA
R.tas 405_8	TTCAAAGAACCAATTAAAACCAATCACATTCACTGGTTTTTGGCACGGATCTAGCATTAA	ACAACCCTATCAACTGGGCGATTCTCTGCCTGCATCTCGGCTCTGATATCATCTTTGTAA

附錄四、(續)

	601 610 620
R.sim 74_2	TCTTATTTCTTGCTACATTTTA
R.sim 74_4	TCTTATTTCTTGCTACATTTTA
R.sim 74_7	TCTTATTTCTTGCTACATTTTA
R.sim 74_10	TCTTATTTCTTGCTACATTTTA
R.sim 76_2	TCTTATTTCTTGCTACATTTTA
R.sim 76_7	TCTTATTTCTTGCTACATTTTA
R.nak 170_1	TCTTATTTCTTGCTACATTTTA
R.nak 170_2	TCTTATTTCTTGCTACATTTTA
R.nak 170_10	TCTTATTTCTTGCTACATTTTA
R.nak 171_2	TCTTATTTCTTGCTACATTTTA
R.nak 171_3	TCTTATTTCTTGCTACATTTTA
R.nak 171_11	TCTTATTTCTTGCTACATTTTA
R.nak 183_3	TCTTATTTCTTGCTACATTTTA
R.nak 183_12	TCTTATTTCTTGCTACATTTTA
R.nak 187_2	TCTTATTTCTTGCTACATTTTA
R.nak 187_4	TCTTATTTCTTGCTACATTTTA
R.nak 187_5	TCTTATTTCTTGCTACATTTTA
R.nak 187_6	TCTTATTTCTTGCTACATTTTA
R.nak 328_2	TCTTATTTCTTGCTACATTTTA
R.nak 328_10	TCTTATTTCTTGCTACATTTTA
R.nak 377_2	TCTTATTTCTTGCTACATTTTA
R.nak 377_3	TCTTATTTCTTGCTACATTTTA
R.nak 391_5	TCTTATTTCTTGCTACATTTTA
R.nak 391_11	TCTTATTTCTTGCTACATTTTA
R.nak 391_12	TCTTATTTCTTGCTACATTTTA
R.lon 312_2	TCTTATTTCTTGCTACATTTTA
R.lon 312_3	TCTTATTTCTTGCTACATTTTA
R.lon 312_9	TCTTATTTCTTGCTACATTTTA
R.lon 317_1	TCTTATTTCTTGCTACATTTTA
R.lon 317_3	TCTTATTTCTTGCTACATTTTA
R.kan 117_1	TCTTATTTCTTGCTACATTTTA
R.kan 117_8	TCTTATTTCTTGCTACATTTTA
R.kan 118_6	TCTTATTTCCTGCTACATTTTA
R.kan 118_7	TCTTATTTCTTGCTACATTTTA
R.old 20	TCTTATTTCTTGCTACATTTTA
R.old 86	TCTTATTTCTTGCTACATTTTA
R.old 163	TCTTATTTCTTGCTACATTTTA
R.old 337	TCTTATTTCTTGCTACATTTTA
R.nor 130_3	TCTTATTTCTTGCTACATTTTA
R.nor 130_4	TCTTATTTCTTGCTACATTTTA
R.nor 130_5	TCTTATTTCTTGCTACATTTTA
R.nor 141_3	TCTTATTTCTTGCTACATTTTA
R.nor 141_10	TCTTATTTCTTGCTACATTTTA
R.nor 239_4	TCTTATTTCTTGCTACATTTTA
R.nor 239_5	TCTTATTTCTTGCTACATTTTA
R.nor 239_8	TCTTATTTCTTGCTACATTTTA
R.nor 240_1	TCTTATTTCTTGCTACATTTTA
R.nor 240_2	TCTTATTTCTTGCTACATTTTA
R.rub 137_1	TCTTATTTCTTGCTACATTTTA
R.rub 137_3	TCTTATTTCTTGCTACATTTTA
R.rub 137_5	TCTTATTTCTTGCTACATTTTA
R.rub 180_6	TCTTATTTCTTGCTACATTTTA
R.rub 180_9	TCTTATTTCTTGCTACATTTTA
R.rub 180_10	TCTTATTTCTTGCTACATTTTA
R.rub 232_1	TCTTATTTCTTGCTACATTTTA
R.rub 232_3	TCTTATTTCTTGCTACATTTTA
R.rub 258	TCTTATTTCTTGCTACATTTTA
R.rub 265_2	TCTTATTTCTTGCTACATTTTA
R.rub 265_11	TCTTATTTCTTGCTACATTTTA
R.rub 265_20	TCTTATTTCTTGCTACATTTTA
R.bre 123	TCTTATTTCTTGCTACATTTTA
R.bre 124_6	TCTTATTTCTTGCTACATTTTA
R.bre 124_9	TCTTATTTCTTGCTACATTTTA
R.bre 129	TCTTATTTCTTGCTACATTTTA
R.bre 175_1	TCTTATTTCTTGCTACATTTTA
R.bre 175_2	TCTTATTTCTTGCTACATTTTA
R.bre 175_3	TCTTATTTCTTGCTACATTTTA
R.bre 175_31	TCTTATTTCTTGCTACATTTTA
R.bre 445_4	TCTTATTTCTTGCTACATTTTA
R.bre 445_5	TCTTATTTCTTGCTACATTTTA
R.bre g7_1	TCTTATTTCTTGCTACATTTTA
R.bre g7_2	TCTTATTTCTTGCTACATTTTA
R.tai 164_7	TCTTATTTCTTGCTACATTTTA
R.tai 164_15	TCTTATTTCTTGCTACATTTTA
R.tai 246	TCTTATTTCTTGCTACATTTTA
R.tai 360_4	TCTTATTTCTTGCTACATTTTA
R.tai 360_6	TCTTATTTCTTGCTACATTTTA
R.tas 405_1	TCTTATTTCTTGCTACATTTTA
R.tas 405_8	TCTTATTTCTTGCTACATTTTA