

## ブータン王国における在来カンキツ遺伝資源調査

山本雅史<sup>1\*</sup>・Tshering Penjor<sup>2</sup>・松本亮司<sup>3</sup>

<sup>1</sup>鹿児島大学農学部果樹園芸学研究室 〒890-0065 鹿児島市郡元

<sup>2</sup>Renewable Natural Resources Research Centre Wengkhar, Mongar, Bhutan

<sup>3</sup>佐賀大学農学部 〒840-8502

### Exploration of Local Citrus Germplasm in Kingdom of Bhutan

Masashi Yamamoto<sup>1</sup>, Tshering Penjor<sup>2</sup> and Ryoji Matsumoto<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Laboratory of Fruit Science, Faculty of Agriculture, Kagoshima University, Korimoto, Kagoshima 890-0065

<sup>2</sup>Renewable Natural Resources Research Centre Wengkhar, Mongar, Bhutan

<sup>3</sup>Faculty of Agriculture, Saga University, Honjo-machi, Saga 840-8502

キーワード：イーチャンジェンシス，シトロン，無酸，ライム

#### 緒言

カンキツはインドのアッサム地方を中心とした地域を起源とすると考えられている(田中, 1959; Tanaka, 1959). ブータン王国はこのアッサム地方の北側に位置することから、カンキツの遺伝資源研究においては極めて重要な地域である。しかしながら、その重要性にも関わらず、ブータン王国全土にわたるカンキツ遺伝資源の全容については不明な点が多い。従って、本格的な探索・調査が急務となっている。

以上の理由から、2009年に佐賀大学および鹿児島大学とブータン王国の Renewable Natural Resources Research Centre Wengkhar, Mongar との間で、共同研究「ブータン王国における野生カンキツ類の探索および調査」を実施し、ブータン王国に自生するカンキツ類の分布およびそれらの特性を調査した。その結果について報告する。

#### 材料および方法

ブータン王国における在来のカンキツ遺伝資源調査は2009年9月に実施した。原則として東西縦貫道に沿った西部 (Paro, Punakha), 中央部 (Lhunentse), 東部地域 (Mongar, Trashigang, Trashi Yangtse) において、自生樹または庭先樹を調査した。南部地域は調査できなかったため、Thimphu のサブジバザール (野菜市場) で、その地域の果実を入手した。葉および果実形質は採取した

サンプルを当日または翌日に計測した。一部のライムと無酸ライムについては果汁の pH を測定した。また、果実を採取できなかったものもあった。

#### 結果および考察

調査・採取地を Fig. 1 に、調査種・系統の一覧、樹体、葉および果実の形質を Table 1, 2 に示した。また、代表的な果実等の写真を Fig. 2 に示した。全30点中、マンダリンが1点、ライムが11点、シトロンが5点、ブンタンが1点、*C. ichangensis* Swingle が7点、無酸オレンジが1点、シトロン雑種が4点であった。ライム11点中3点は無酸ライムであり、シトロン雑種では Limbu が3点、Tshangla が1点であった。無酸オレンジはインド産である。

ライムはブータン全土に分布していた。全体的に無酸ライムがライムよりも大果の傾向があった。含核数等の果実特性には多様性が認められた。ほぼ無核の系統も存在した。いずれも多胚性であった。無酸ライムの果汁 pH は5.20および5.39であり、ライムの2.38~2.52と明確に区別できた。

シトロンは西部および東部で調査できた。いずれも特有の芳香を備え、大果で長球形を示したが、他の果実特性には多様性があった。特に種子数の系統間差異が大きくなり、ほぼ無核のものから含核数が50個以上のものが認められた。全て単胚性であった。

Thimphu の野菜市場で入手したシトロン雑種の Limbu は、南部の Chirang および Gyelephu 産で、西部、中央部および東部では見ることがなかった。果実は極めて長球であった。果汁特性や香りはレモンに似ていた。含核数は極めて少なく、単胚性であった。

2010年11月17日 受付日

2011年1月12日 受理日

\*Corresponding author. E-mail: yamasa@agri.kagoshima-u.ac.jp

*C. ichangensis* は東部の標高約2000 m 付近に自生していた。Mongar の upper Kilikhar の群落では、樹高が3 m 以上の樹を数十本観察することができた。いずれも翼葉が極めて大きく、果実全体に占める種子の割合が大きかった。調査果実は全て単胚性を示した。

以上のように今回の調査では、主にライム、シトロンおよび *C. ichangensis* 遺伝資源を調査することができた。東部における農業に関する試験研究機関である Renewable Natural Resources Research Centre, Wengkkar, Mongar において、ブータン王国においては南部に多数のマンダリン遺伝資源が存在するとの情報を得ることができた。また、気温の高い低地においてはカンキツグリーンング病の被害が拡大している。そのため、今後、Chirang 等南部低地におけるカンキツ遺伝資源の調査を速やかに実施する必要がある。

#### 要 約

2009年9月に佐賀大学および鹿児島大学とブータン王国の Renewable Natural Resources Research Centre Wengkkar,

Mongar との間で、共同研究「ブータン王国における野生カンキツ類の探索および調査」を実施した。原則として東西縦貫道に沿った西部 (Paro, Punakha), 中央部 (Lhunentse), 東部地域 (Mongar, Trashigang, Trashi Yangtse) において、自生樹または庭先樹を調査した。南部地域は調査できなかったため、Thimphu のサブジバザール (野菜市場) で、その地域の果実を入手した。その結果、30点のカンキツ遺伝資源を調査・収集することができた。その内訳はマンダリンが1点、ライムが11点、シトロンが5点、ブンタンが1点、*C. ichangensis* が7点、無酸オレンジが1点、シトロン雑種が4点である。ライム11点中3点は無酸ライムであった。

#### 引用文献

- 田中長三郎. 1959. ヒマラヤ地帯と柑橘の発現. 園学雑. 28: 71-75.
- Tanaka, T. 1959. A revision of Assam citrus. Bull. Univ. Osaka Pref. B9: 29-39.

Table 1 List of investigated local *Citrus* genetic resources in Bhutan and their tree and leaf characteristics.

No.	Date (y/m/d)	Accession and latin name	Place			Tree				Leaf						
			Administrative area (Zhongkhaq)	Place name	Altitude	Latitude	Longitude	Height (m)	Width (m)	Vigor	Habit	Spine	Leaf blade Length (mm)	Width (mm)	Wing Length (mm)	Width (mm)
1	2009/9/4	Mandarin ( <i>Citrus reticulata</i> )	Paro	near Chuzom (Temple)	-	-	-	6	7	Slightly strong	Medium	None	75.9	29.5	7.6	1.5
2	2009/9/5	Limbu (Citron hybrid) ( <i>C. medica</i> hybrid)	Thimphu	Thimphu (Gyelephu)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	2009/9/5	Kakati (Lime, neck) ( <i>C. aurantifolia</i> )	Thimphu	Thimphu (Chirang)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	2009/9/5	Acidless orange ( <i>C. sinensis</i> )	Thimphu	Thimphu (India)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	2009/9/5	Kakati (Lime, small) ( <i>C. aurantifolia</i> )	Thimphu	Thimphu (Chirang)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	2009/9/6	Limbu (Citron hybrid) ( <i>C. medica</i> hybrid)	Thimphu	Thimphu (Chirang)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7	2009/9/6	Limbu (Citron hybrid) ( <i>C. medica</i> hybrid)	Thimphu	Thimphu (Gyelephu)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	2009/9/7	Citron ( <i>C. medica</i> )	Punakha	Rimchhu	-	-	-	3	2.5	Medium	Medium	Long	104.5	47.0	6.7	2.1
9	2009/9/7	Tshangla (Citron hybrid) ( <i>C. medica</i> hybrid)	Punakha	Rimchhu	-	-	-	4	4	Medium	Spreading	Medium	85.0	40.2	8.1	3.8
10	2009/9/10	<i>C. ichangensis</i>	Mongar	upper Kilikhar	2133m	N 27.15	E 91.15	3	0.8	Medium	Upright	Long	39.0	16.8	41.8	18.2
11	2009/9/10	<i>C. ichangensis</i>	Mongar	upper Kilikhar	2154m	N 27.15	E 91.16	6	3	Medium	Slightly upright	Long	60.9	19.2	38.5	19.9
12	2009/9/10	<i>C. ichangensis</i>	Mongar	upper Kilikhar	2154m	N 27.15	E 91.16	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13	2009/9/10	<i>C. ichangensis</i>	Mongar	upper Kilikhar	2154m	N 27.15	E 91.16	4	3	Medium	Slightly upright	Long	48.1	19.2	42.7	19.5
14	2009/9/10	<i>C. ichangensis</i>	Mongar	Yakpoegang	1981m	N 27.15	E 91.16	5	4	Medium	Upright Slightly upright	Long	54.5	17.0	53.9	19.8
15	2009/9/11	Lime ( <i>C. aurantifolia</i> )	Mongar	Hurung Pam	1276m	N 27.17	E 91.13	3	3	Medium	Upright	Long	65.1	30.0	5.6	1.5
16	2009/9/11	Pummelo ( <i>C. maxima</i> )	Mongar	Hurung Pam	1276m	N 27.17	E 91.13	-	-	-	-	-	-	-	-	-
17	2009/9/11	Citron ( <i>C. medica</i> )	Mongar	Hurung Pam	1276m	N 27.17	E 91.13	2	3	Slightly weak	Spreading	Long	99.3	42.7	6.5	2.2
18	2009/9/11	Lime ( <i>C. aurantifolia</i> )	Mongar	Lingmethang	954m	N 27.16	E 91.12	5	4	Medium	Medium	Medium	84.7	38.3	8.5	1.7
19	2009/9/11	Lime ( <i>C. aurantifolia</i> )	Mongar	near Zongkhar dzong	725m	N 27.16	E 91.08	6	4	Medium	Spreading	Long	91.0	45.2	6.3	1.6
20	2009/9/13	Sweet lime ( <i>C. aurantifolia</i> )	Lhunshi	Minji	1510m	N 27.36	E 91.13	4	2	Medium	Medium	Short	76.7	37.8	6.9	1.6
21	2009/9/13	Sweet lime ( <i>C. aurantifolia</i> )	Lhunshi	Minji	1550m	N 27.36	E 91.13	3	2	Medium	Medium	Short	81.3	54.0	8.3	2.2
22	2009/9/14	<i>C. ichangensis</i>	Mongar	Tongshing	2044m	N 27.15	E 91.16	5	4	Slightly strong	Upright	Long	59.7	15.0	46.3	18.2
23	2009/9/14	<i>C. ichangensis</i>	Mongar	Korilla FMU	2018m	N 27.17	E 91.18	3	2	Medium	Medium	Long	53.4	19.5	51.2	26.0
24	2009/9/14	Lime ( <i>C. aurantifolia</i> )	Trashigang	lower Rongthong	1350m	N 27.17	E 91.32	4	4	Medium	Spreading	Medium	85.4	37.6	5.0	1.6
25	2009/9/14	Citron ( <i>C. medica</i> )	Trashigang	lower Rongthong	1444m	N 27.15	E 91.32	4	6	Slightly strong	Medium	Medium	93.2	49.3	4.1	2.0
26	2009/9/14	Citron ( <i>C. medica</i> )	Trashigang	Rongthong	1588m	N 27.16	E 91.32	-	-	-	-	-	-	-	-	-
27	2009/9/14	Lime ( <i>C. aurantifolia</i> )	Trashigang	Rongthong	1588m	N 27.16	E 91.32	3.5	4	Slightly weak	Spreading	Long	64.3	30.1	4.0	1.5
28	2009/9/14	Sweet lime ( <i>C. aurantifolia</i> )	Trashigang	Rongthong	1588m	N 27.16	E 91.32	3	3	Weak	Medium	Short	76.1	39.9	7.3	2.0
29	2009/9/15	Citron ( <i>C. medica</i> )	Tashi Yangtse	Bomdeling	1935m	N 27.39	E 91.07	3	3	Medium	Spreading	Medium	111.8	50.4	4.6	2.9
30	2009/9/16	Lime ( <i>C. aurantifolia</i> )	Mongar	Yadi, Pakhardang	999m	N 27.16	E 91.22	5	4	Slightly strong	Medium	Long	78.2	34.4	4.6	1.7

Table 2 Fruit characteristics of local *Citrus* genetic resources in Bhutan.

No.	Accession or Latin name	Skin color	Fruit surface	Flesh color	Puffing	Granulation	Peeling	Fruit			Diameter (mm)	Height (mm)	D/H index	pH of juice	Embryo color	Seed		
								Bitterness	Sweetness	Sourness						Poly-embryony	Length (mm)	Number
1	Mandarin	Green	Slightly coarse	Yellow	None	None	-	-	-	30.1	27.3	110.2	-	-	-	-	5.3	
2	Limbu (Citron hybrid)	Yellow	Smooth	Cream	None	None	Difficult	None	Low	High	56.2	107.6	52.2	Cream	Mono	9.1	0.7	
3	Kakati (Lime, neck)	Yellowish green	Smooth	Green	None	None	Difficult	-	-	High	36.6	38.5	94.8	-	-	-	1.4	
4	Acidless orange	Green	Medium	Yellow	None	None	Medium	None	Medium	Low	66.3	65.0	102.0	Cream, Pale green	Poly	10.6	7.9	
5	Kakati (Lime, small)	Yellowish green	-	Green	None	None	Slightly difficult	-	-	-	34.3	38.5	89.1	Cream, Pale green	Poly	9.5	5.2	
6	Limbu (Citron hybrid)	Yellow	Smooth	Cream	None	None	Difficult	None	Low	High	37.1	98.1	58.2	Cream	Mono	8.8	0.6	
7	Limbu (Citron hybrid)	Yellow	Smooth	Cream	None	None	Difficult	None	Low	High	49.8	91.7	54.3	-	-	-	-	
8	Citron	Green	Coarse	Green	None	None	Difficult	-	-	-	61.8	121.9	50.7	Cream	Mono	10.7	54.0	
9	Tshangla (Citron hybrid)	Green	Smooth	Cream	None	None	Difficult	-	-	-	132.3	98.6	134.1	Pale green, Green	Mono	11.7	84.0	
10	<i>C. ichangensis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
11	<i>C. ichangensis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
12	<i>C. ichangensis</i>	Yellowish green	Slightly smooth	-	None	None	Difficult	-	-	-	28.6	29.2	97.9	-	-	-	12.7	4.3
13	<i>C. ichangensis</i>	Yellowish green	Coarse	Green	None	None	Difficult	-	-	-	33.5	37.1	90.2	Cream	Mono	13.0	3.2	
14	<i>C. ichangensis</i>	Yellow	Medium	Cream	None	None	Difficult	-	-	-	43.9	44.6	98.4	Cream	Mono	15.9	10.8	
15	Lime	Green	Slightly coarse	Cream	None	None	Difficult	None	Low	High	40.4	39.2	103.2	Pale green, Green	Poly	10.7	4.6	
16	Pummelo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
17	Citron	Yellow	Medium	Cream	None	None	Difficult	Low	Low	Medium	80.9	127.0	63.7	Cream	Mono	9.3	8.3	
18	Lime	Green	Slightly smooth	Green	None	None	Difficult	None	Low	Medium	34.7	35.9	96.7	Pale Green	Poly	7.8	0.3	
19	Lime	Yellowish green	Medium	Yellow	None	None	Difficult	None	Low	Medium	42.7	44.1	96.8	Pale Green	Poly	9.8	1.0	
20	Sweet lime	Green	Smooth	Green	None	None	Difficult	None	Medium	None	54.1	51.1	105.9	Cream	Poly	10.6	0.9	
21	Sweet lime	Yellowish green	Slightly smooth	Green	None	None	Difficult	None	Medium	None	54.4	56.8	95.8	Cream	Poly	11.9	4.5	
22	<i>C. ichangensis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
23	<i>C. ichangensis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
24	Lime	Green	Slightly smooth	Green	None	None	Difficult	None	Low	Medium	30.4	29.8	102.0	Pale Green	Poly	9.1	4.8	
25	Citron	Green	Slightly coarse	Green	None	None	Difficult	None	Low	High	56.0	95.5	58.6	Cream	Mono	12.0	1.5	
26	Citron	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
27	Lime	Green	Slightly coarse	Green	None	None	Difficult	None	Low	High	39.6	40.5	97.8	Cream, Pale green	Poly	10.4	6.4	
28	Sweet lime	Yellowish green	Slightly smooth	Cream	None	None	Difficult	None	Medium	None	48.6	52.7	92.2	Cream, Pale green	Poly	12.1	3.8	
29	Citron	Yellow	Medium	Cream	None	None	Difficult	None	Low	High	93.0	116.8	79.6	Cream	Mono	10.0	52.7	
30	Lime	Yellowish green	Slightly coarse	Cream	None	None	Difficult	None	Low	High	45.2	46.6	97.0	Pale green, Green	Poly	11.1	15.3	

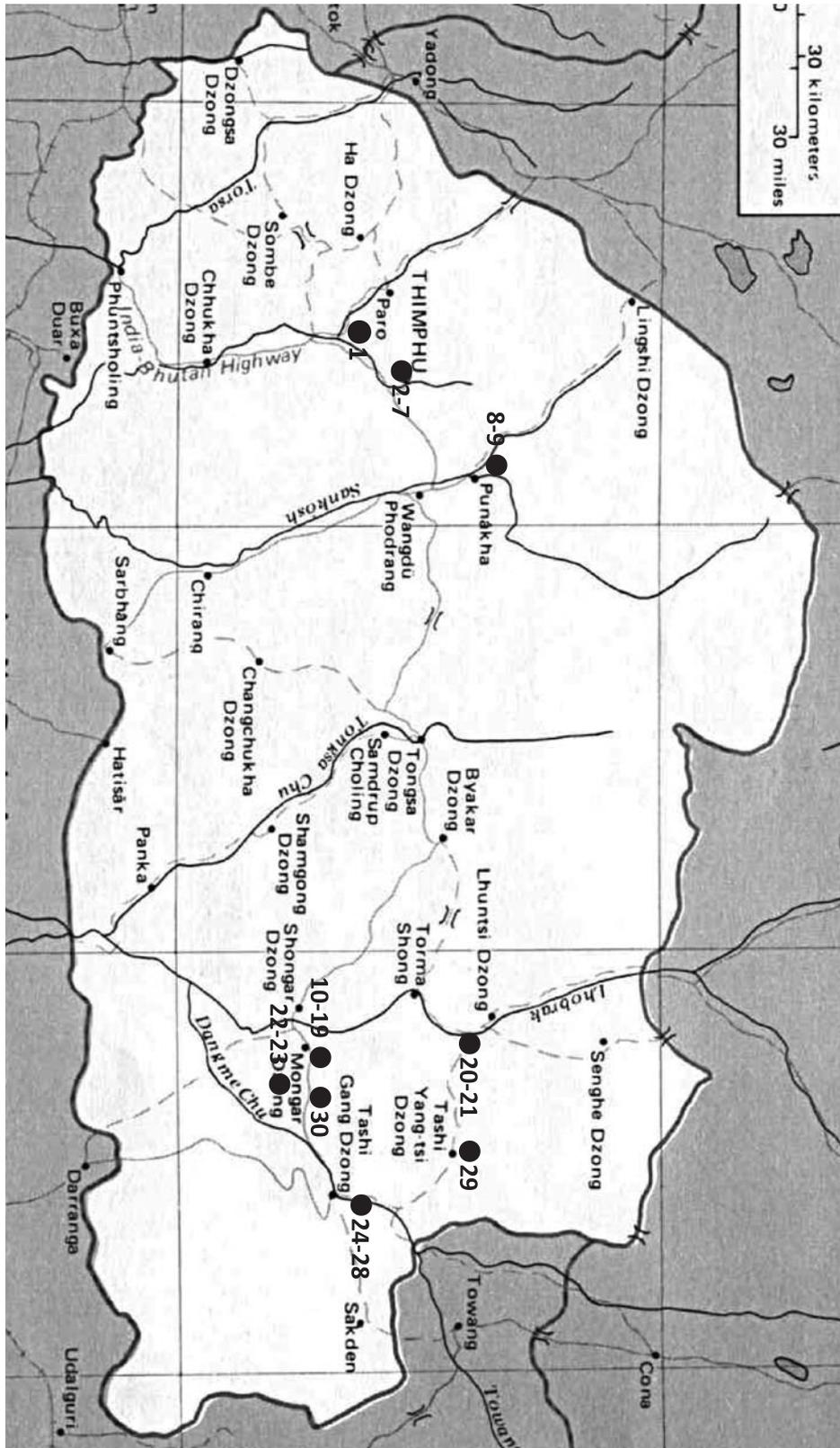


Fig. 1 Collected site of local *Citrus* genetic resources in Bhutan.  
Solid circles: collection site with collector's number.



Kakati, seedless lime (*C. aurantifolia*) collected at vegetable market in Thimphu (No. 3)



Seedless lime (*C. aurantifolia*) collected in near Zongkhar dzong of Mongar (No. 19)



Seedless sweet lime (*C. aurantifolia*) collected in Minji, Lhuntshi (No. 20)



Seedless citron (*C. medica*) collected in Hurung Pam, Mongar (No. 17)

Fig. 2 Representative accessions of local *Citrus* genetic resources in Bhutan



Limbu, seedless citron hybrid collected at vegetable market in Thimphu (No. 6)



Tshangla, citron hybrid collected in Rimehhu, Punaka (No. 9)



Wild *C. ichangensis* collected in Yakpogang, Mongar (No. 14)



Indigenous trees of *C. ichangensis* in upper Kilikhar, Mongar

Fig. 2 Continued.