

ネパール・ヒマラヤ山地におけるリンゴ栽培と気候環境

中村 圭三

1. はじめに

2006年3月、敬愛大学環境情報研究所 第1次ネパール学術調査隊の一員としてエヴェレスト街道の環境調査に参加した著者は、この街道の出発地点ルクラ Lukla 2840m (図1、写真1) からほど近い (約 2.5km) チェプルン Chheplung 2660m で、アップルプロジェクトの立て看板に出会い、



写真2 アップルプロジェクトの立て看板

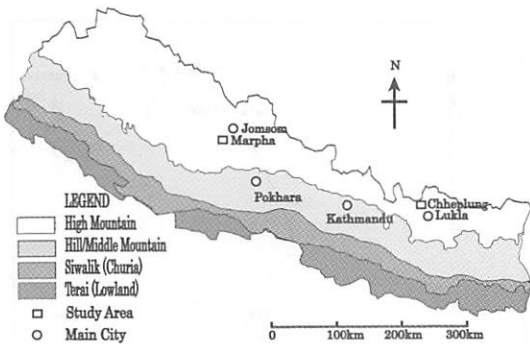


図1 調査地域

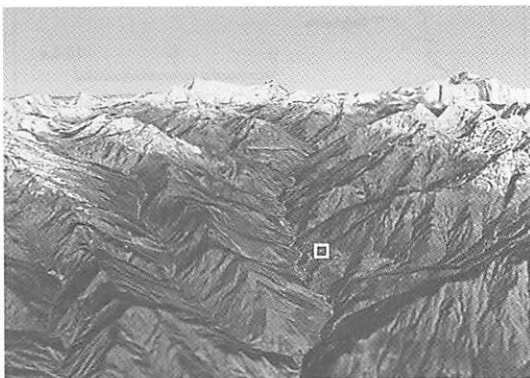


写真1 エヴェレストへ続くドゥドコシ川の渓谷と調査地域 (□印) (Google Earth より作成)

このプロジェクトが日本ヒマラヤ協会の協力により1997年に設立されたものであること知った(写真2)。興味を抱いた著者は、調査の帰路にこのプロジェクト農場に立ち寄り、技術員のツルシブラサド シレスダ Tulsī Prasad Shrestha 氏より農場を案内してもらった。この農場には、日本の青森県などから送られた多数のリンゴの苗木が植えられている。しかし、幹や枝は細く、とてもりっぱな実をつけるとは思えないほどであった。また、土の中には害虫が多いとも訴えられていた。

果たして、高度の高いこの地でリンゴの栽培ができるのであろうか。その後、ほぼ同じ高度のジョムソム Jomsom 2720m (図1、写真3) では、日本の協力によりリンゴの栽培に成功していることを知った。

そこで、ほぼ同高度に位置する両地域のリンゴ農場について、特に気候環境を中心に、日本のリ



写真3 カリ・ガンダキ川の谷と調査地域 (□印)
(Google Earth より作成)

ンゴ産地とも比較しながら検討することを試みた。

2. 調査地域・方法

2.1 チェプルン

アップルプロジェクト農場は、ドッドコシ川左岸の標高約 2660m、平均傾斜約 16° の南西向き斜面上にあり (図 2)、周囲の山肌は樹木でおおわれている。農場の面積は約 1ha で、ここにリンゴの苗木約 240 本が植えられている (写真 4)。散水用の水には、上部の沢から引いた水が使用されている。この農場内の 0.5m および 1.5m 高度に、サーミスタ温度計センサをシェルター内に装着したデータロガ (おんどとり RTR52) を設置し、2007 年 8 月末から 2008 年 2 月までの期間、1 時間ごとに気温を観測した。

2.2 マルファ

アンナプルナ山系の北側に位置するジョムソム周辺は、乾燥した山肌で覆われ、樹木はほとんど見られない。北東から南西に流れるカリ・ガンダキ川に沿って約 5km 下った所にマルファ Marpha 2670m の集落がある。ここに国立園芸試

験場があり (写真 5)、ジョムソム地域におけるリンゴ生産の中心になっている。ここでは、個人のお宅の庭先にあるリンゴの木の 0.5m と 1.5m 高度にアップルプロジェクト農場と同じ方法でデータロガを設置した。また、ネパール水文気象台のジョムソムにおける気象データも使用した。両地



写真4 アップルプロジェクト農場のリンゴ畑

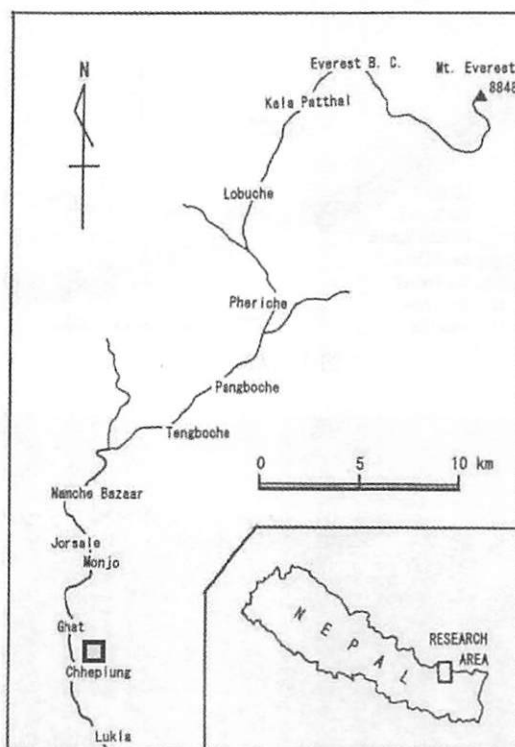


図2 エヴェレスト街道沿にあるアップルプロジェクト農場 (□印)

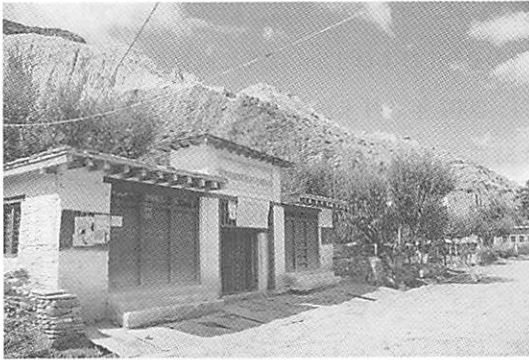


写真5 マルフアの国立園芸試験場

域には、このほかに雨量計も設置の予定であったが、輸送上のトラブルで設置できなかった。

3. 気候環境

3.1 平均気温

3.1.1 年平均気温・月平均気温・年較差

両調査地域において、日本のリンゴが栽培されていることから、日本とネパールのリンゴ産地の気候を概観するために、青森、長野とジョムソムの年平均気温・月平均気温の平年値について比較した(図3)。それによると、月平均気温は、青森と長野では1月から2月には氷点下になり、ま

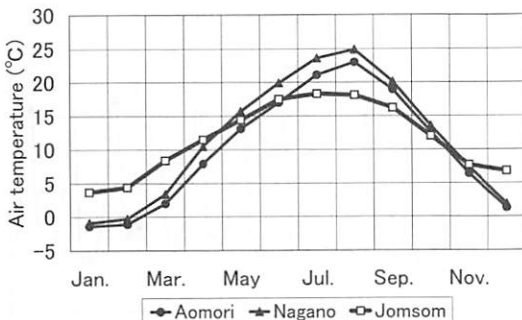


図3 青森、長野、ジョムソムの月平均気温(平年値)の比較

た、8月にはピークとなって、類似の変化曲線を示す。それに対して、ジョムソムでは、冬に氷点下になることはなく、12から3月までの気温は、前者を5℃程度上回っている。しかし、7月から9月までの夏季には、青森・長野の気温の方がジョムソムを上回り、年較差は青森・長野がそれぞれ24.4℃、25.8℃であるのに対し、ジョムソムは14.6℃である。このように、ジョムソムの気温は、前者と比較して温和に推移しているが、年平均気温に関しては、青森10.1℃、長野11.7℃、ジョムソム11.4℃であり、ジョムソムの年平均気温は長野とほぼ同程度である。

3.1.2 月平均気温の観測値

本研究における現地観測は、2007年8月末から2008年2月までの約6カ月間に実施された。そこで、ジョムソムにおけるネパール水文気象台の気温観測値と、チェプルンおよびマルファにおける著者による気温観測値のそれぞれの関係を知るために、これらの地点の月平均気温の変化を図4に示す。ジョムソムに近いマルファの気温は、10月と1月ではジョムソムの気温にほぼ一致してい

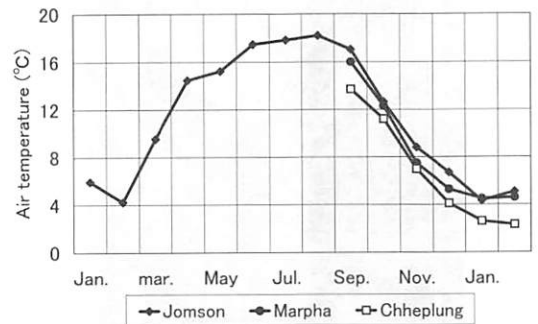


図4 ジョムソム、マルファ、チェプルンにおける2007年9月から2008年2月までの月平均気温の比較(ジョムソムは2007年1月から)

る。また、チェブルンの気温は、ジョムソムとほぼ平行に変化しているが、3地点の中では最も低いことが分かる。

3.2 気温日変化と鉛直分布

リンゴの木の周辺における気温の変化を詳細に知るために、サーミスタ温度計センサをシェルター内に装着したデータログ（おんどとり RTR52）を、チェブルムではリンゴの木とリンゴの木の間に立てた支柱の0.5mおよび1.5m高度(写



写真6 チェブルンのリンゴ畑における気象観測



写真7 マルファのリンゴの木に設置した温度計

真6)に、マルファでは、樹高約4mのリンゴの木の高さ0.5mおよび1.5m高度に直接取り付け(写真7)、2007年8月末から2008年2月までの期間に、1時間ごとに気温を観測した。この期間中の晴天日に、チェブルンとマルファで観測した例として、2007年11月10日から20日までの観測結果を図5に示す。この期間中のチェブルンの気温日変化は、ほぼ1°Cから17°Cの範囲にあった。チェブルンでは、晴天日における地上0.5m高度の気温は、1.5m高度の気温よりも日中には2°C程度高く、逆に夜間には、1°C程度低くなっていることが分かる。

一方、マルファの日中の気温は、0.5m高度よりも1.5m高度の気温の方が、1°C以内の範囲で高くなっていることが多く、夜間の気温は、0.5m高度の方が1.5m高度よりも若干低くなっている。

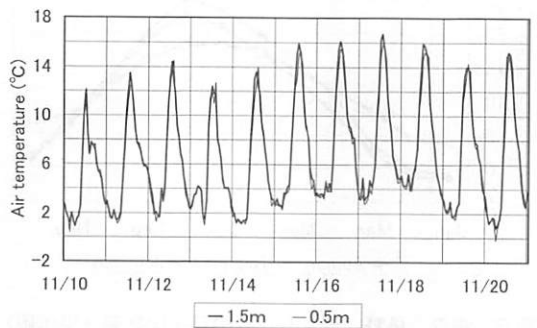
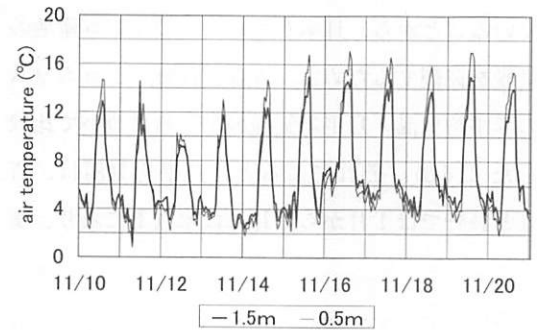


図5 チェブルン(上図)とマルファ(下図)における地上1.5mと0.5mの気温(2007年11月)

ネパール・ヒマラヤ山地におけるリンゴ栽培と気候環境

11月20日の早朝には、チェプルン、マルファともに接地逆転が、この期間中で最も発達した。

この両地点における鉛直気温分布に差異が生じた原因としては、次のことが指摘される。

チェプルンの農場においては、リンゴの幼木の間に立てた支柱に温度計を設置したため、地表面が露出している。一方、マルファでは、リンゴの成木に直接温度計を設置したため、日射は葉で遮られ、地表面まで届きにくい。そのため、マルファでは、晴天日の日中に0.5m高度の気温の上昇が抑えられ、また、夜間には地表からの放射冷却も弱められたものとする。

3.3 有効積算温度

植物の生長に対して有効とされる10℃以上の有効積算温度を、長野と、ジョムソムの平年値から月別に求め図6に示す。12月から3月までの月平均気温が長野よりも5℃程度高いジョムソムでは、3月から有効積算温度が上昇し始める。一方長野では、1ヵ月遅れて4月から上昇し始め、6月から10月の夏・秋の期間にはジョムソムの値を上回る。その結果、ジョムソムの年間の有効積算気温は、日本のリンゴ栽培地の南限に位置する長野の1959.7℃、に対して1439℃と、約30%少なくなっ

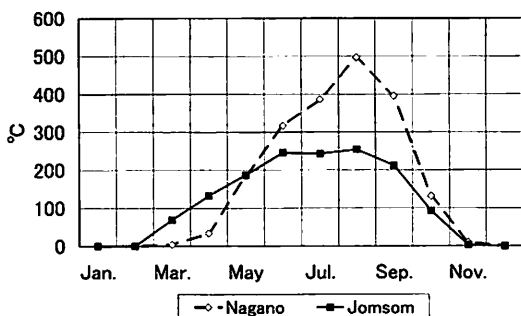


図6 長野とジョムソムにおける月別有効積算温度(10℃以上)の比較

ている。なお、2007年9月から2008年2月までの観測値から、チェプルンおよびマルファの有効積算温度は、それぞれ約1100℃、約1300℃であると推定される。

3.4 低温要求時間

植物では生育の過程で、低温、高温あるいは乾燥など生育に不適当な環境下で生育を一時停止することがあり、この現象を休眠という。休眠には温度や光などの外的要因が生育に不適当な場合に起こる強制休眠と、生育に好適な条件を与えても休眠を続ける自発休眠とがある¹⁾。果樹の自発休眠を打破するためには、一定の低温が必要であり、リンゴの場合は7.2℃以下の低温が要求される。

2007年9月から2008年6月までの長野、および2007年9月から2008年2月までのチェプルンおよびマルファにおける毎月の7.2℃以下の低温要求時間について、図7に示す。長野では6月から9月の期間に、7.2℃以下の気温は存在せず、チェプルンおよびマルファにおいても9月には見られなかった。長野の年間の低温要求時間は3139時間である。3地点共にデータが揃う10月から2月までの低温要求時間は、長野2341時間、チェプ

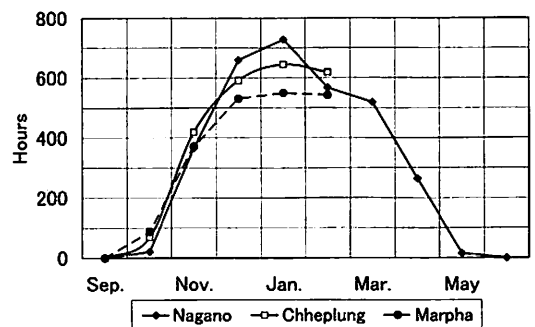


図7 長野、チェプルン、マルファにおける低温要求時間(7.2℃以下)の比較

ルン 2341 時間、マルファ 2084 時間であることから、チェブルンおよびマルファの年間の低温要求時間は、それぞれ 3100 時間および 2800 時間程度であると推定される。

3.5 降水量

ネパールの気候は、モンスーン気候下にあるため、4月から10月頃までの雨季とその後の乾季に分けられる。ジョムソム付近は、アンナプルナ山系の北側に位置するために、雨季においても降水量は非常に少なく、年降水量は平年値で 620mm である (図 8)。一方、アンナプルナ山系の南側に位置するポカラ Pokhara では、年降水量が 4000mm に達し、ネパールで降水量の最も多い地域となっている。なお、長野の年降水量は、約 900mm である。

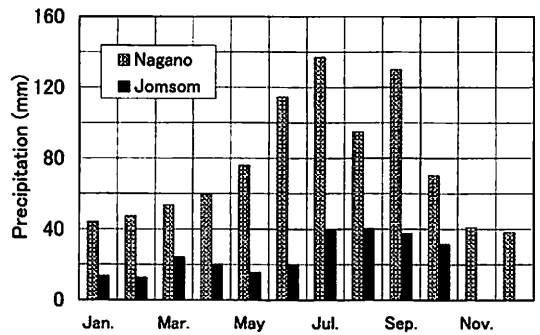


図 8 長野とジョムソムにおける月降水量 (平年値) の比較

4. リングの生産

4.1 チェブルングのプロジェクト農場

4.1.1 農場の概要

農場は、南西向き斜面上にあり、斜面の方向に約 150m、幅約 80m、面積約 1ha である (図 9)。畑は、階段状になり、階段の幅は、ほとんどが 3~5m であるが、一部 6~8m と広がっているところもある。中央の通路を境にして、畑は、北側と南側に分けられる。以後前者を北側畑、後者を南側畑と呼ぶことにする。

この畑に植えられているリングの木は、植樹後の年数と樹高により、

小木：植樹後 1~2 年、樹高 1m 以下

中木：植樹後 3~4 年、樹高 1~2m

大木：植樹後 5 年以上、樹高 2m 以上

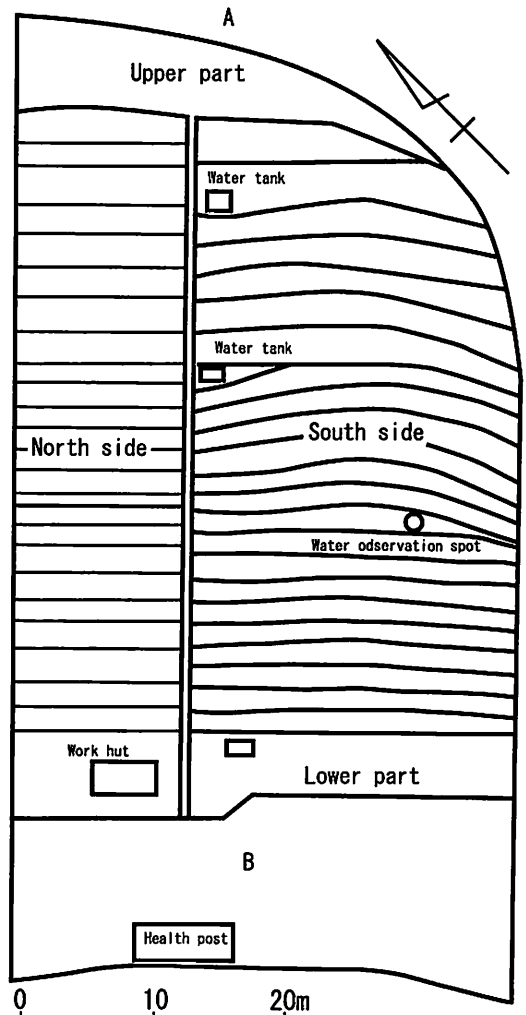


図 9 アップルプロジェクト農場内の配置

ネパール・ヒマラヤ山地におけるリンゴ栽培と気候環境

表1 アップルプロジェクト農場内の樹木数

畑内の位置	樹木数			
	小	中	大	合計
北側畑上部	58	5	2	65
北側畑下部	10	11	4	25
小計	68	16	6	90
南側畑上部	22	53	22	97
南側畑下部	21	15	13	49
小計	43	68	35	146
総計	111	84	41	236

に3区分できる。これらの本数は、それぞれ小木111本、中木84本、大木41本、総計236本であり、その内訳を表1に示す。それによると中木の80%、大木の85%は南側畑に生育し、その上部がともに63%を占める。一方、植樹間もない小木は、北側畑上部が52%を占める。



写真8 結実したリンゴ

4.1.2 樹種と結実

植樹されているリンゴのおもな樹種は、SENSU、JONA GOLD、FUJI、HIMEKAMI、SANSА、YOKO、ORIN、KEGYOK などである。

植樹後3年で結実するとのことで、中木、大木は小さいながらも実を結んだ(写真8)。樹種別に、結実した本数と総結実数を図10に示す。

各樹種の2~4本に結実し、結実個数のばらつきは大きいものの、1本当たりの平均結実数は7個、最も多く結実したのは、JONA GOLDの23個であった。

4.2 マルフア国立園芸試験場

4.2.1 農場・樹種・アップルワイン

地域開発の拠点として、30年ほど前に国立園



写真9 国立園芸試験場内のリンゴの木と樹間に植えられた野菜

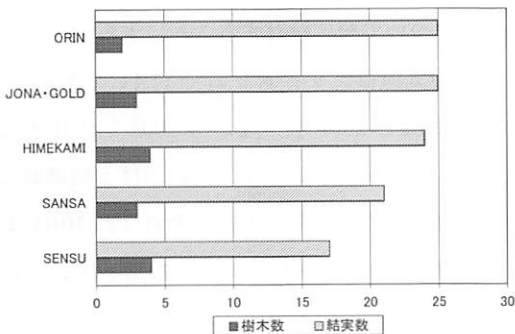


図10 樹種別本数と総結実数



写真10 国立園芸試験場で生産された各種のアップルワイン

芸試験場が設置された(近藤、2006)。この農場で栽培されている樹種は、WILD APRICOT、CRAB、BINORI、GRANNY SMITH、ROYAL DELICIOUS、GOLDEN DELICIOUS、FUJI、MASADI、BRAMLE、RED DELICIOUS などである。これらは、樹高数 m、胸高直径 30cm 前後の大木に生長し、樹間にはキャベツなどの野菜が栽培されている(写真9)。

また、この農場では、アップルワインも生産され、高級ワインとして知られている(写真10)。

4.2.2 ムスタンの農業生産

マルファ、ジョムソムの位置するムスタン Mustang 地域における 2006 年の耕地面積・農業生産高および 1989 年の農業生産高を表 2 に示す。

表 2 ムスタン地域における 2006 年の耕地面積・農業生産高および 1989 年の農業生産高

種類	2006年		1989年	倍率 (A)/(B)
	耕地面積 ha	生産高(A) t	生産高(B) t	
Maize	537	782	391	2.0
Wheat	635	1662	967	1.7
Barley	311	562	2150	0.3
Vegetable	165	2064	783	2.6
Apple	321	3279	743	4.4
Potato	232	2308	1986	1.2
Apricot	—	373	107	3.5
Peach	—	182	91	2.0
Plum	—	102	60	1.7

(Source: Agricultural Development Office, Jomsom 1990, 2008)

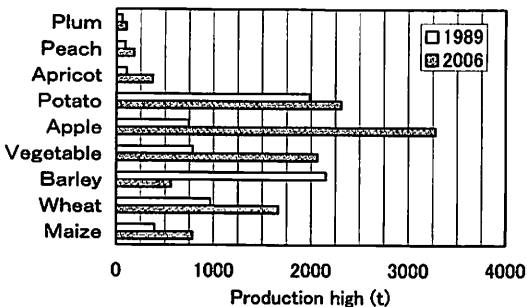


図 11 2006 年と 1989 年のムスタン地域における農業生産高の比較

農産物の種類は、トウモロコシ、小麦、大麦、野菜、リンゴ、ジャガイモ、アプリコット、モモ、プルムなどである。2006年のリンゴの耕地面積は小麦、トウモロコシに次いで第3位の321haである。また、同年のリンゴの生産高は第1位の3279tである。2006年と1989年の農業生産高を比較するために、図11を作成した。それによると、大麦以外の生産高は、1989年と比べて2006年の方が増加している。特にリンゴは、743tから3279tへと、4.4倍の伸びを示している。

5. 考察

チェブルンおよびマルファにおいては、日本のリンゴの品種を栽培しているが、農林水産省(2005)では、「果樹農業振興基本方針」の中で、リンゴの栽培条件を以下のように示している。

- ① 年平均気温(平年値): 6℃以上 14℃以下
- ② 4月1日から10月31までの平均気温(平年値): 13度以上 21℃以下
- ③ 冬季の最低極値: - 25℃以上
- ④ 低温要求時間: 1400時間以上
- ⑤ 4月1日から10月31までの降水量: 1300mm以下

そこで、これらの諸条件に関し、マルファとジョムソムについて順に検討することにする。

①年平均気温は、ジョムソムで11.4℃であるが、この気温と2007年9月から2008年2月までのチェブルンおよびマルファにおける観測値より、両地域の年平均気温は、それぞれ10.6℃および9.1℃と推定され、②、③も含めて、この条件を満たしている。

④低温要求時間は、チェブルンおよびマルファで、

ネパール・ヒマラヤ山地におけるリンゴ栽培と気候環境

それぞれ 3100 時間および 2800 時間程度と推定され、基準値の 2 倍以上に達している。

- ⑤降水量は、ジョムソムで 204mm である。チェブルンおよびマルファは、ともにネパール国内でも降水量の少ない地域に位置し、上記の条件を充分満たしている。

適地適作物の総合的な判断基準の一つは、標高帯、地形に関連する年間・日中の気候変化の生産環境把握である。山間部では標高や地形の僅かな差であっても条件が異なり、特に、付加価値の高い農産物においては品質を左右することに直結する(国際協力事業団:2003)といわれている。チェブルン、マルファの両地域ともに、気候条件の上からは、リンゴ栽培の適地であると判断される。

さらに、地形的に見ると、チェブルンでは山の斜面で栽培されているため、水を斜面上部の沢から引いて水槽にため散水に使用しているが、用水の確保が問題である。一方、マルファでは、谷底の平坦地で栽培されているため、水の確保は容易で散水に水道水を利用している。

今後はさらに、これらの地形・土壌・水・害虫等の諸条件についての検討を加え、リンゴ栽培のための最適地に改良することが求められよう。

6. まとめ

ヒマラヤ山中のほぼ同高度に位置する、東部のアップルプロジェクト農場(チェブルン、2660m)と、西部のリンゴ農場(マルファ、2670m)のリンゴ栽培に関する気候環境について、日本のリンゴ産地の気候とも比較しながら検討した。その結果、次の知見が得られた。

- (1) ネパールのリンゴ産地の気候は、日本の産地

の気温よりも温和であるが、年平均気温はほぼ等しい。

- (2) 有効積算気温は、ジョムソムで 1439℃であり、チェブルンおよびマルファは、それぞれ約 1100℃、約 1300℃と推定される。
- (3) 低温要求時間は、チェブルンおよびマルファで、それぞれ 3100 時間、2800 時間程度と推定され、『果樹農業振興基本方針』に示される基準値(1400 時間以上)の 2 倍以上に達している。
- (4) 以上のことから、チェブルン、マルファの両地域ともに、リンゴ栽培の適地であると判断される。
- (5) チェブルンのアップルプロジェクト農場では、中木(植樹後 3~4 年、樹高 1~2m)以上の 16 本の木に、112 個が結実した(平均 7 個)。
- (6) マルファ、ジョムソムの位置するムスタン地域における 2006 年のリンゴの生産高は、1989 年の 743 t から 3279 t へと、4.4 倍の伸びを示した。

謝 辞

アップルプロジェクト農場における気象観測および調査の機会をお与えいただきました、特定非営利活動法人日本ヒマラヤン・アドベンチャー・トラスト専務理事田上和義氏に、衷心より厚く御礼申し上げます。また、同農場の現状に関する説明と案内して下さった技術員のツルシ プラサド シレスダ氏、および調査作業に協力頂いた職員の方々に深く感謝申し上げます。

参考文献

- 近藤 亨 (2006) : ネパール・ムスタン物語. 新潟
日報事業社, 172p.
- 国際協力事業団 (2003) : ネパール国別援助研究
会 報告書 - 貧困と紛争を越えて -. 245p.
- 農林水産省 (2005) : 「果樹農業振興基本方針」.
14p.

注

- 1) [http://www.nogyo.tosa.pref.kochi.lg.jp/saibai/
ka_ju/yougo/sonota/sonota.html](http://www.nogyo.tosa.pref.kochi.lg.jp/saibai/ka_ju/yougo/sonota/sonota.html)

ABSTRACT

Apple Cultivation and Climatic Environment in Himalayan Mountain in Nepal

Keizo NAKAMURA

Eastern apple project farm (Chheplung, 2660 m) and western apple farm (Marpha, 2670 m) are located for an almost equal altitude in the Himalaya mountain in Nepal. Climatic environment of these apples cultivation farm was examined, while it was compared with the climate of the apple locality in Japan.

As the result, next knowledge was obtained.

- (1) The climate of the apple locality in Nepal is milder than the temperature of this locality in Japan. However, the annual mean temperature of both regions is almost equal.
- (2) The effective accumulated temperature is 1439°C in Jomsom. That of Chheplung and Marpha is respectively estimated about 1100°C and 1300°C .
- (3) Apple requires certain periods of 'low-temperature below 7.2°C' for their life. Low-temperature demand hours in Chheplung and Marpha are respectively estimated with 3100 hours and for 2800 hours. These values are correspondent over the double of the standard value (over 1400 hours) which "The fruit tree agriculture promotion basic policy" of Japan shows.
- (4) From the above fact, it is judged that both regions of Chheplung and Marpha are right spot of the apple cultivation.
- (5) In the apple project farm of Chheplung, sixteen apple trees ripened and produced 112 apples.
- (6) In comparison with an apple production in 1989, that of the apple in 2006 increased by 4.4 times in Mustang area.