

長崎県におけるオリーブの栽培適地性の農業気象学的解析

—第1報 気象と土壤環境からみた適地性の評価—

大場和彦^{*1}、山本由有貴^{*2}、下高敏彰^{*1}、隈上裕一朗^{*1}Agro-meteorological analysis for estimation of land suitable for olive
cultivation in Nagasaki Prefecture(1) Estimation of land suitable for olives from the viewpoint of meteorology and soil
environmentOHBA Kazuhiko, YAMAMOTO Yuuki, SHIMOTAKA Toshiaki
and KUMAGAMI Yuichiro

Summary

Since olive cultivation in the northern part of Nagasaki Prefecture promises to contribute to the activation of the region, we examined the land suitable for olive cultivation. The precipitation and wind velocity are larger than that of Shodoshima island, but temperature and duration of sunshine as weather factors have a value similar to Shodoshima island. The improvement of soil and wind protection are measures that need to be taken in order to deal with this problem.

Keywords : (Olive, environment, Shodoshima, Sasebo, Hirado)

1. 緒言

長崎県における農業は、日本の農業が抱える問題と同じく、高齢化や後継者不足等が大きな問題であり、耕作放棄地の増加が日本全国一位であり、年々深刻な状況になってきている。また、長崎県の特徴である急傾斜地を含む中山間部や離島などの島嶼部を抱える中で、特に限界集落地の増加や人口の減少が多くみられ、地域社会が疲弊してきている現状である。このままでは、地域の農業を継続していくことや、集落地の文化の継承もままならず崩壊の危機となってしまう。このような問題を解決

するためには、長崎県における中山間地や島嶼部地域の経済を考慮した上で、雇用確保の観点から新しい事業を対策として取り入れ、耕作放棄地の改善や農業の担い手の確保など地域農業の活性化を図る必要があると考えられる。

一方、農業だけでなく商業や工業とも連携し、生産者と加工業者、販売者が一つの同じ意思を持って第6次産業事業を行うことができれば、更なる地域農業の観光資源に伴う雇用の創出と、農作物を消費者の需要に伴った商品へと加工し、高付加価値をつけることも

*1 環境・建築学部 人間環境学科 教授

*2 株式会社堀内組

2010年3月31日受付 (査読論文)

2010年10月12日受理

可能と考えられる。

今年度より、長崎県北部地域で長崎県オリーブ事業推進研究会という団体が設立され、オリーブを長崎県の地元特産物として取り入れ、地場産業創出と雇用確保を実現させることを目的とした事業が国土交通省において採択された。そのプロジェクトに長崎総合科学大学も参加することになり、プロジェクトを完成するために、長崎県特有の肥料・病虫害などの栽培的問題や土壌水分に関係する土壌改良を重点的に農業気象学分野からみて研究を支援できると考えたところである。しかし、日本におけるオリーブ研究の過去は香川県農試¹⁾などで主要な害虫であるアナアキゾウムシの行動や越冬性^{2,3)}、栽培環境^{4,10,11,12)}および搾油後の残産物に利用応用研究など^{19,20)}が、文献調査からみられ、加工・機能性の研究が最近では主流となっている。

そこで、本研究は、第1報として長崎県におけるオリーブ栽培について、栽培環境の適地性があるかを評価するため、先進地の事例として香川県小豆島と研究対象となる長崎県北部地域の既存の気象データ及び土壌環境データについて文献等を調査し、オリーブ栽培の気象的問題点と対策について農業気象学的に評価することを目的に検討した。

2. オリーブ栽培の現況について

2.1 なぜ、オリーブ栽培をするのか？

Fig.1 に示されるように、オリーブ(*Olea europaea* L) はモクセイ科の植物であり、その果実はオリーブ・オイルやピクルスに利用されている。オリーブ油は椿油の種子と違い、果肉を絞って採油する。種子を絞る場合は、オリーブ核油としても利用されているが、オリーブ油よりも品質が劣る。オリーブの原産地は地中海地方とされ、スペイン原産(品種：マンザニロ、ミッション、アルベキナ、コルニカブラなど)、イタリア原産(品種：ルッカ、フラントイオ、レッチーノ、コラティーナ)およびギリシャなどの地中海地域と南北アメリカ、オーストラリアに集中している^{5,10)}。Fig.2 と Fig.3 にみられるように、葉の幅が狭くて硬く、比較的降水量の少なくて温暖な地域で乾燥に強いことから広く栽培されている。

日本の栽培の歴史では、1908年(明治41年)に農商務省がアメリカ合衆国から導入した苗木を、三重県、鹿

児島県と香川県に試験的に植えられた^{5,13)}。その三県のうち、香川県小豆島での栽培のみが成功し、大正時代の初期には搾油ができるほどの実が収穫された。栽培が成功したのは、小豆島の気候風土が原産地であるスペインの地中海気候の気候風土に良く似ていたからと言われている²⁾。また、三重県と鹿児島県では、収穫された実を有効利用するための搾油技術がなかったことも、オリーブ栽培が継続されなかった理由の一つと考えられている。



Fig.1 Fruits of olive⁵⁾

小豆島では現在も島のあちこちにオリーブの樹が植えられており、純国産のオリーブ・オイルが継続されている。現在、日本におけるオリーブ・オイルの生産量は小豆島に偏り、生産量も約10tで、総輸入量3万tに対して自給率が0.03%でしかないのが現状である。それに対して、長崎県では長与町・大島造船でわずかに栽培されているが、オリーブの産地形成と自給率を向上させること、長崎県教会群世界遺産登録に向けての観光資源および地域の活性化にオリーブを利活用されることを望んでいる。

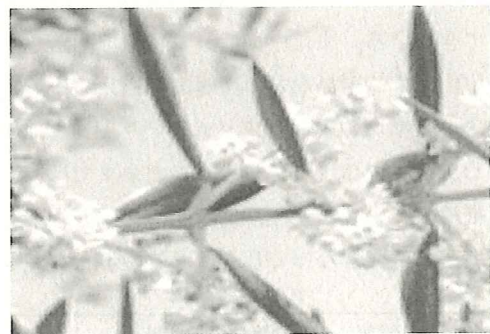


Fig.2 The full bloom of olive flower⁵⁾

Fig.3 The mature tree of olive⁵⁾

2.2 オリーブ栽培における地域的経済的な利点は何か

本プロジェクトにおいて、長崎県は教会群を世界遺産登録に向けて考えており、オリーブ栽培と観光を焦点に選りその経済的有効性などの利点として、以下の3つの点が挙げられる。

まず一つ目の点は、高齢者、婦女子でも栽培が容易で、10a 当りの収穫単価が極めて高いことである。栽培方法は、苗木の育成が容易であり、苗木を植樹してしまえば後は特に手間をかける必要はない。また、現在国内で行われている育苗は挿木によるオリーブ樹苗の増殖が主体であるが、親木の病歴を引き継ぐために生育遅延や品質・収量が変動するので好ましくない。それに変わる方法として大量増殖法があり、成長点培養を利用したウィルスフリー苗木を確保する方法が考えられるが、現状では、製造に手間がかかり1本当りの苗木が2,000円から5,000円と高価である。

次に、消費者のニーズに沿った健康に良い食材の創出が可能であることが挙げられる。オリーブ・オイルには、1価不飽和脂肪酸のオレイン酸が多く含まれており、動脈硬化を促進される悪玉コレステロールの血中レベルを低下させ、動脈硬化を予防する効果等が期待でき、健康食品の創出が考えられる。

最後に、オリーブは付加価値が高いという点である。オリーブ・オイル以外にも、化粧品や石鹸、茶、塩蔵等の加工品の種類も多いため、地元において高価での販売が可能で期待される。特に農林水産業・農山漁村の6次産業化に向けて、様々な商品の創出に向けた事業を展開していくためには、必然的に商業や工業との連携が必要不可欠となり、地域のネットワーク拡大にも繋がる。

3. 研究方法

現在、日本でのオリーブ栽培を先端で進めているのは、香川県小豆島である。そこで、気候学的に栽培の適地性を評価するために、香川県小豆島のアメダス(AMeDAS)地点内海(N34.47°、E134.27°、標高2m)、長崎県北部地域のうち研究対象地域と考えている佐世保市(N33.16°、E129.73°、標高3.9m)と平戸市(N33.36°、E129.55°、標高57.8m)の3地点と参考に周辺の地域として長崎市(N32.73°、E129.87°、標高26.9m)について、気象データの比較を行った⁶⁾。データは、気象庁ホームページにより2008年と2009年の2年分の気象月表を用いて、1日毎の数値をエクセルに入力し、半旬・旬平均値や月別合計値を算出した後、検討した。湿度については、気象管所で測定されているが、アメダス観測点は測定されていないので、桜谷らが提案した次式を用いて推定した¹⁶⁾。

$$E_a = 0.954 E_s(T_{min}) \exp\{1.29 \times 10^{-7}(T_{max} - T_{min})^{5.72}\} \dots\dots(1)$$

$$RH = (E_a / E_s(T_{mean})) \times 100, \dots\dots(2)$$

$$E_s(T) = 0.6108 \exp\{17.27 T / (T + 237.3)\} \dots\dots(3)$$

ここで、 E_a は水蒸気圧(hPa)、 RH は相対湿度(%), $E_s(T)$ は温度 T での飽和水蒸気圧(hPa)である。

続いて、オリーブは永年作物であるため、土壌環境が重要である。気象と同様に香川県小豆島の土壌データと、長崎県地力保全基本調査⁷⁾のデータを使用し、長崎県佐世保と黒島の土壌水分恒数について比較を行った。また、水田及び畑地土壌生産性分級図も用い、長崎県の土壌の特徴についても調べた。

4. 調査結果

上記で得られたデータと資料を用いて、気象要素の項目ごとについて先進地域と長崎県内の研究対照地域を比較して、栽培条件による問題点を検討しながら結果を記述する。

4.1 気象環境データの比較

4.1.1 温度環境について

オリーブの栽培適温域は原産地域を対象に考えると、年平均気温が14~16°Cが適当とされているが、これは日本での柑橘栽培産地の適温域とほぼ同等である。そ

の中で、オリーブは比較的低温に強く、年最低気温が0℃付近でも耐寒性のある植物であるといわれている⁶⁾。図に示していないが、2008年の場合、年平均気温は佐世保が17.2℃、平戸が16.4℃、小豆島が16.2℃であり、2009年の年平均気温は、佐世保が17.1℃、平戸が16.1℃、小豆島が16.4℃である。兩年における佐世保の年平均気温は、小豆島の内海より0.7~1℃程度高く推移してした。

ここで、長崎県北部地域と香川県小豆島内海の3地点における平均気温と最低気温に関して2009年度の旬別平均値を比較し、年変化をFig.4とFig.5に示す。

平均気温をみると、3地点のうち佐世保と内海が比較的同じ温度経過を示し、最も温暖な傾向は佐世保市で、気温が低いのが平戸であった。また、Fig.5に示されるように、最低気温は2月~4月までの期間において内海が5℃以下程度で経過しており、長崎県北部両地域が5℃以上の値を示し、内海がより低温に経過している状況であった。2008年と2009年における冬季の最低気温の出現回数と頻度分布をFig.6に示す。12月、1月および2月の冬季を対象に調査した結果、0℃以下の出現回数は内海が14回、佐世保が6回、平戸が2回であり、6℃以上では内海が31回、佐世保が54回、平戸が72回であった。

以上の結果から、低温に遭遇する割合は、佐世保と平戸が内海に比べて少ないことが明らかになり、年平均気温と最低気温による温度資源量からすれば、みかん等の常緑果樹の産地でも栽培が可能であると言える。年平均年平均気温が14~16℃が適当とされているが、これは日本での柑橘栽培産地の適温域とほぼ同等である。

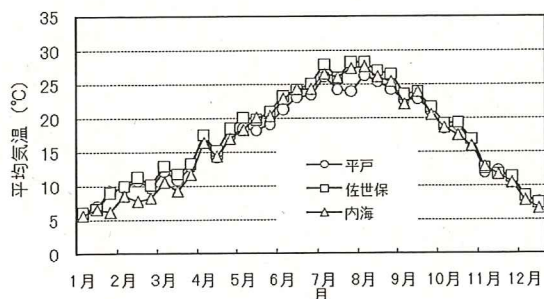


Fig.4 Seasonal variation of decade mean air temperature at three points in 2009.

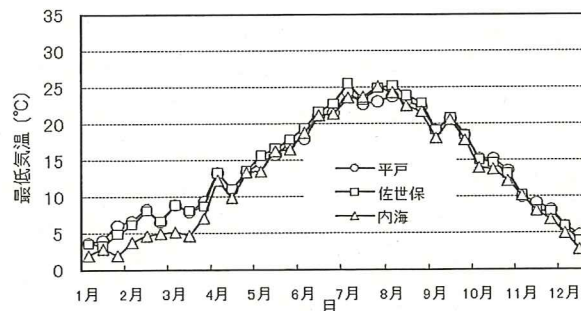


Fig.5 Seasonal variation of decade mean minimum temperature at three points in 2009.

4.1.2 湿度環境について

オリーブは、原産地が地中海地方ということもあり、地中海性気候で比較的乾燥な環境にあり、日本の湿潤な条件に見合っているかを調査した。

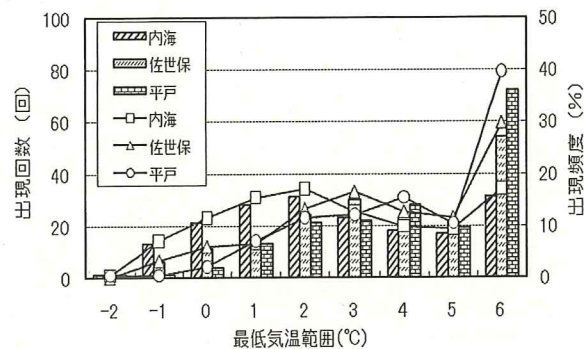


Fig.6 Frequency distribution of daily minimum temperature in winter season(2008~2009)

今回、小豆島の内海ではアメダス観測地点であり、湿度が観測されていないので、桜谷ら(1989)がバイオマス資源量把握で求めた(1)~(3)式を用いて、内海の平均気温、最高気温、最低気温の数値を使用して、月別の平均湿度の値を算出した。その結果をFig.7に示す。Fig.7から、相対湿度の年変化は冬季が低く、夏季が高くなる傾向を示し、その中で佐世保が比較的低い値に対して、平戸は佐世保よりかなり高い値を示した。また推定した内海の相対湿度は、夏季においてその中間の値で推移し、冬季は他の地点よりも高い値を示す年変化であった。このように夏季に湿度が高くなると病害の発生にもつながるので注意が必要である。

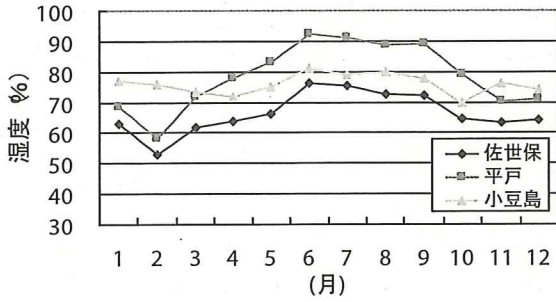


Fig.7 Yearly variation of monthly mean relative humidity. at three points in 2009.

4.1.3 光環境について

日射量または日照時間は、植物の光合成や開花に関係し、多いほど生育・収量が良いことや花芽分化にも関係していることが報告されている⁶⁾。しかし、この4地点の内、長崎を除いた地点においては、日射量が測定されていないので、日射量と最も関係のある旬別日照時間合計値について比較したものをFig. 8に示す。

オリーブ栽培で必要とする年間の日照時間は、年間2,000時間以上であることが望ましいとされているが、2008年の日照時間年合計値は、佐世保が1,945時間、平戸が1,791時間、小豆島が2,123時間である。また、2009年の日照時間年合計値は、佐世保が1,911時間、平戸が1,667時間、小豆島が1,987時間であり、小豆島の日照時間値がほとんど佐世保と平戸を上回っている。

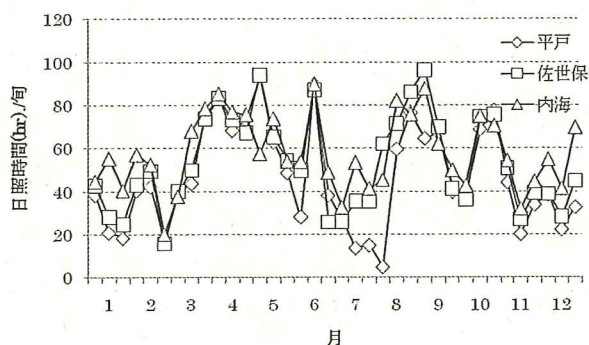


Fig.8 Seasonal variation of decade amount of sunshine duration at three points in 2009.

これを小豆島の基準に考えると、佐世保と平戸はそれぞれ8%、19%減であり、2009年の場合はそれぞれ4%、16%減である。この結果だけを見ても佐世保は平戸を比べると、小豆島の気候に近い日照時間は佐世保であり、佐世保の方が栽培に適していると考えられる。

4.1.4 水分環境について

植物の必須要素は水であり、その水は降水量から得て生育する。長崎県北部地域は飲料水もたびたび不足する地域で、農業用水も天水依存型農法が展開されている地域である。一方、オリーブは永年性果樹作物であり、耐乾性が強い植物とされているが、良好な生育、順調な果実の生長のためには、年間500~1000mm程度の降水量が必要とされている。また、開花期間中の連続降雨は受粉、結実に大きな障害が出てくるため、注意が必要である。

そこで、3地点の月別降水量の年変化をFig. 9に示す。図に示していないが、2008年の場合の年間降水量は、佐世保が1,706mm、平戸が1,971.5mm、小豆島が1,050mmである。2009年の場合では、佐世保が2,092.5mm、平戸が2,026.5mm、小豆島が1,287mmであり、瀬戸内海気候区である小豆島の年間降水量は日本海型気候区の2地点に比べてかなり少ない。その大部分は梅雨期である6月と7月の降水量の違いが大きく、その他の月の差は大きくない。したがって、梅雨期の降雨条件によっては、土壌に対して湿害の発生が起ると考えられるので注意が必要であると考えられる。

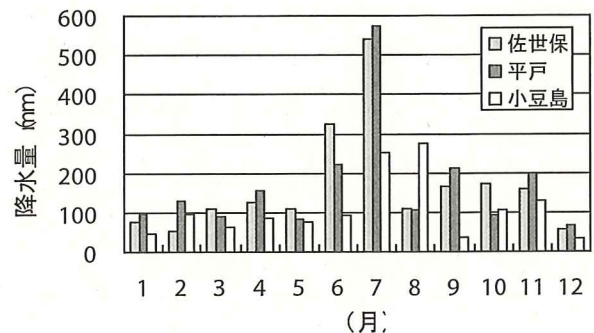


Fig.9 Yearly variation of monthly precipitation at three points in 2009.

一方、2009 年の場合は降雨日数が少なく、その量も 2008 年に比べて少なかった。そこで、オリーブの開花が始まる期間を想定して、長崎県内と小豆島における 5 月 1 日から 6 月 20 日までの連続降雨日数の出現頻度を 1990～2009 年までの 20 年間について調べた結果を Fig. 10 に示す。長崎県内の連続降雨日数は 1～3 日間連続する回数が最も多いが、10 日間以上も続く場合の出現する時があることが明らかになった。一方、内海は連続降雨日数 1 日の場合、出現回数が最も多く、2 日間、3 日間では長崎県内とほぼ同等で、連続降雨日数の最大が 7 日間で、前者に比べて短かった。連続降水は、梅雨に入り最も発生しやすい時期となるので、佐世保、平戸ともに何らかの対策が必要であると考えられる。

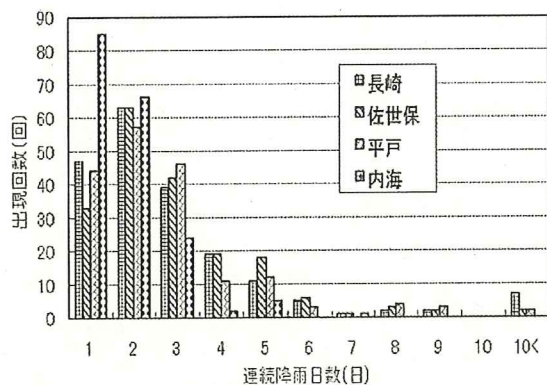


Fig.10 Frequency distribution of continuous precipitation days at four points in 1990～2009.

4.1.5 風環境について

オリーブは永年性果樹であり、根が浅い層に分布するため、樹体の保持力が弱いと考えられている。そのため、風速について検討した。2009 年における平均風速の半月平均値の年変化を Fig. 11 に示す。平均風速の年平均値は、佐世保が 3.1m/s、平戸が 3.4m/s、小豆島が 2.1m/s である。Fig. 11 から、季節変化を見ると佐世保と平戸は 10 月から 12 月までの期間に 2.0～6.0m/s の範囲で変化しており、特に冬季に強い北西の季節風がみられる。2008 年度の平均風速の年平均値は、佐世保が 3.0m/s、平戸が 3.3m/s、小豆島が 2.2m/s であり、2009 年度と比較して大きな違いはみられない。また、小豆島は年間を通して 1.0～3.0m/s の範囲で大きな風速の変化はみられなかった。また 1981 年から 2009 年までの年平均風速値は佐世保が 2.1～3.3m/s、平戸が 3.1～3.6m/s、小豆島が 1.5～2.2m/s の範囲である。一方、Fig. 12 の最大瞬間風速の半月平均値もほぼ同様な変化であった。そこで、1981 年から 2009 年の期間で最大風速は佐世保が 9.2～23.7m/s、平戸が 12.1～26.8m/s、小豆島が 7.0～12.0m/s の範囲であった。その原因として、小豆島の観測点は瀬戸内海にあるため中国山脈と四国山脈の間に挟まれた地形条件にあるので季節風や台風の風が小さくなり¹⁴⁾、平均風速、最大瞬間風速ともに佐世保と平戸の数値を下回っていることが分かった。

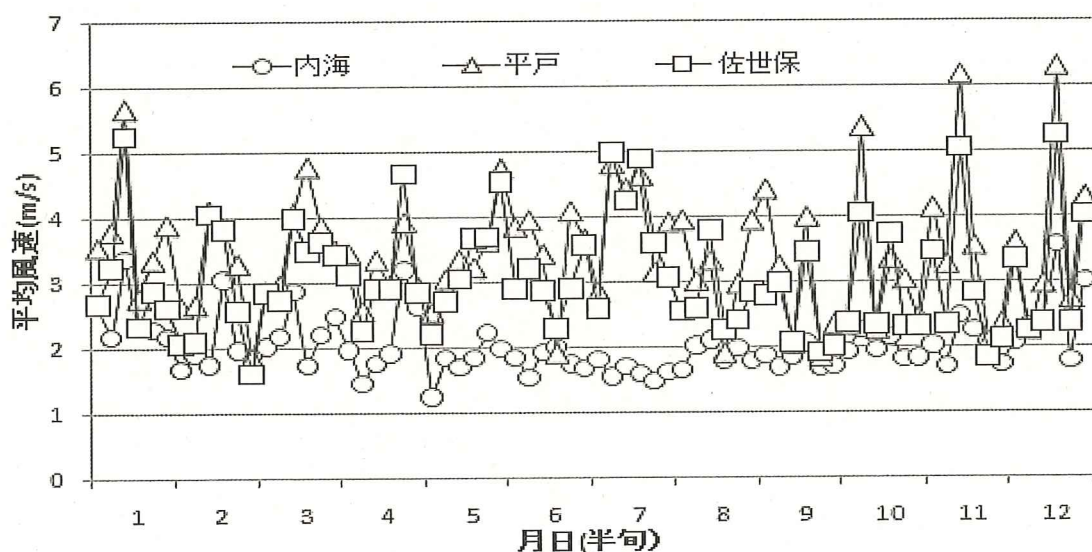


Fig.11 Seasonal variation of pentad mean of wind velocity on Sasebo, Hirado and Shodosima island in 2009.

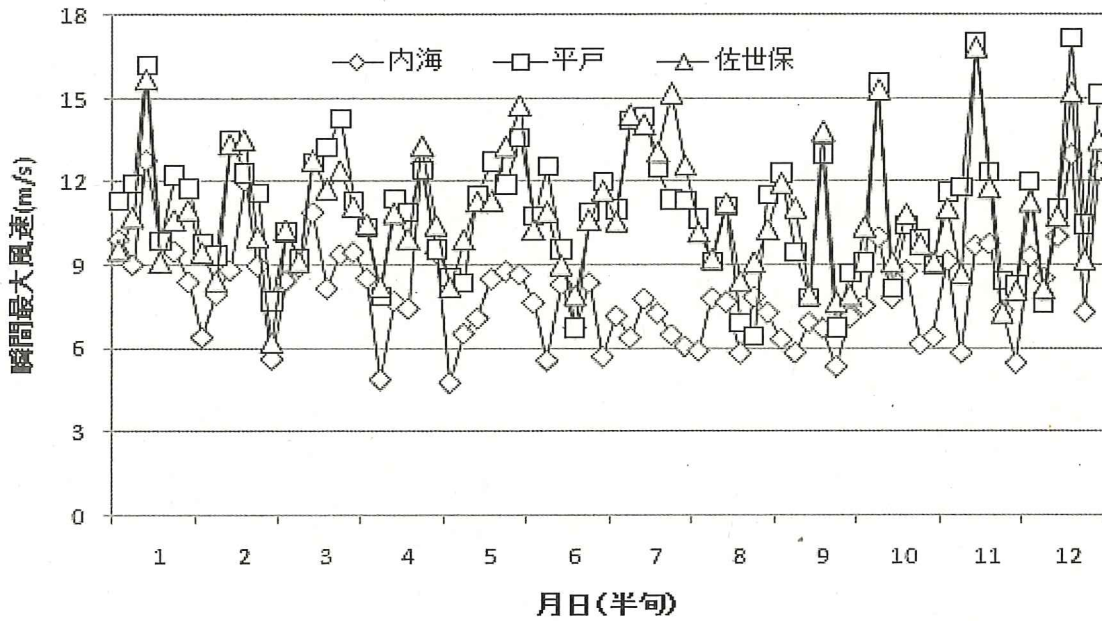


Fig.12 Comparison with the pentad mean maximum instantaneous wind velocity on three points in 2009.

4.2 土壤環境の比較

オリーブは土壌に対する適応性が大きく、広い範囲の土壌で十分生育が可能とされている。しかし、根の土壌通気性要求度が大きいいため、排水不良な重粘土、あるいは地下水の高い低湿地では生育が極端に悪くなってしまふ。

一方、十分に保水力に富んだ排水しやすい肥沃地では、収穫量、品質とも良好で安定した生産を維持することができる。さらに、酸性土壌を嫌うため、中性土壌にするため石灰分を補給して修正することが大切であり、植え付け時にも与えると良いとされる。

そこで、長崎県北部地域の土壌について長崎県が地力保全基本データの収集を実施しておりそのデータを用いて検討した。今回の研究対象地域を調べると、黒島の新谷統、佐世保の江内統の2地点であり、また小豆島は花崗岩風化土壌と安山岩風化土壌である^{1,20)}。長崎県の両地点の土壌は、表層で新谷統が pH5.9±0.88 であり、江内統が pH6.0±0.76 の範囲で中性土壌に近いことが分かった¹²⁾。一方、連続無降水が続いた場合は早魃になるが、その耐久性が土壌の保水力にあるかを調べた。土壌の物理性指標として土壌の水分保持力をさすもので、有効水分量(pF1.8~pF4.2)は植物が水分を吸収できる量で成長有効水分量 (pF1.8~pF3.0) は植物が容易に水分を吸収できる量とされており、各地点での比較検討を行った。

その結果を Fig.13 に示す。

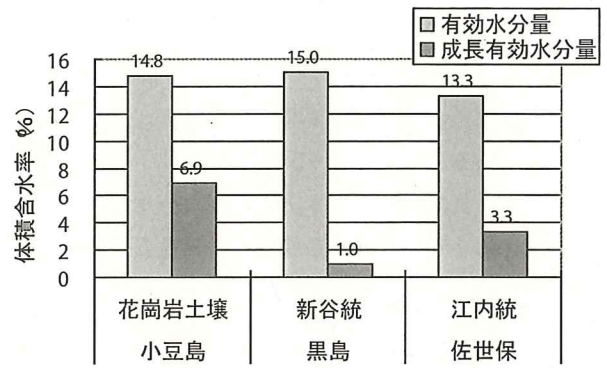


Fig.13 The character of soil water content at three points.

有効水分量は、植物が耕土層で吸水できる量を示し、早魃時の植物の生存性をみるもので、3地点ともほぼ同じ値を示した。また、生長有効水分量は小豆島が6.9%と多く、黒島が1.0%と小さな値を示した。このことは、黒島が水分ストレスを受ける割合が高いことを示している。

一方、水田及び畑地土壌生産性分級図によると、新谷統の土性は強粘質で、透水性及び保水性は中庸で湿害のおそれがあることが分かった。また自然肥沃度は中庸で、石灰、苦土分量は多く、中性に近い土壌であり、養分含量もまた中庸である。したがって、土壌的

には肥沃であるが、粘質度のため排水不良を生じるため、湿害を発生する可能性が高いことが明らかになった。

5. 考察

5.1 気象環境要因について

気温、日照時間、降水量及び風速の気象環境要因について、長崎県北部地域の平戸、佐世保および先進地域である香川県小豆島内海を対象にして、3地点の気象環境データを比較検討した。長崎県は古くから温暖な気候を利用した常緑果樹であるみかんやビワの産地と知られており、オリーブ栽培の適地性があると思われる。

そこで、栽培、収穫における問題として考えられるのは、開花時期の降雨条件である。オリーブの花は両性花(完全花)であるが、柱頭が退化して針状となった受粉不能な不完全花は非常に多く、結実不良の一因であり、さらに風媒花で花粉の飛散は400m程度といわれており、開花時期の連続降雨になると受粉阻害が起きやすいと考えられる^{4,9)}。そのため、果実の結実がなくなる原因となり、収量的に減収する。オリーブは自家不和合性の程度が品種間で大差があり、主要な品種は強く、受粉樹の混植が必要であるといわれている^{5,11)}。

一方、長崎県は日本本土の西端にあり台風銀座と呼ばれているように、しばしば台風の通過点となっている。台風等の災害時はもちろん、普段から島嶼部という地形条件を考えると季節風による果実の落下なども起こりうると思われ、防風対策が必要であると考えられる。観測開始の1941年から2006年までの台風の襲来が、この地域に上陸した回数は20回であり、約3年に1回の上陸であり強風が発生している¹⁵⁾。強風については、佐世保と平戸が小豆島よりかなり強いことが今回の調査結果から明らかになっており、潮風害または塩害による落葉、葉の損傷、樹体の倒伏や果実の落下など収量減につながると考えられる。その対策は、はじめに連続降雨を防ぐことは自然現象であり制御することは難しい。しかし、現在の降雨の気象予報は1週間程度の予報がテレビなどの情報で毎日得られ、かなりの精度で当たるので、開花時期には、雨除けの栽培技術やビニールハウスの設置等で対策を確保することが先決である。また、強風を伴う台風の襲来情報は今日事前に得られる。その防風対策としては、樹体が比較的小さいので、防風ネットまたは暴風垣

や防風林、木の誘引、支柱立て、整枝時になるべく樹高を低くする必要がある。

5.2 土壌環境要因について

長崎県における土壌の保全調査資料の結果から、オリーブを栽培するためにはいろいろな問題があることが明らかになった。特に、オリーブは栽培における土壌の条件としては、植物体が浅根性の性質を持っているため、耕土層の透水性や通気性が良いことが挙げられる¹²⁾。そのため、黒島や佐世保の土壌が粘質性の土壌であること、生長有効水分量の値が小さいことが問題点として考えられる^{12,13)}。現在、黒島では、土壌改良の客土として、石炭灰(クリンカアッシュ)を適当に投入している実態である。この方法は、久保寺(2006)が沖縄のジャガール土壌に対して、クリンカアッシュの成分含有特性を解明し^{7,8)}、さらに含有率5~30%施用した時の土壌の物理性を検討している。得られた結果は飽和透水係数が30%区で 10^{-4} が 10^{-3} 程度と良くなり、有効水分量が増加することになって、かなりの効果が葉菜類で証明している^{7,8)}。しかし、長崎の土壌に対して土壌の透水性や保水力がどの程度改善されるかを明確にするためには、この適切な投入量を把握する実験が必要であり、今後の研究で実施したいと考えている。

6. まとめ

長崎県北部地域におけるオリーブ栽培は地域の活性化と雇用の創出に寄与できると考え、既存の気象データを用いて適地性について検討した。

気象要因では、小豆島と比較して気温や日照時間はほぼ同程度または若干少ない値で維持されているが、降水量と風速は先進地域に比べて大きく、負の要因になると考えられる。この負の問題を打破するためには、クリンカアッシュによる栽培土壌の土壌改良や防風ネット・防風垣などの防風対策が必要であると考えられる。現在、2009年12月中旬から黒島地区において気象観測と土壌環境について測定を実施しており、これから詳細なデータを用いて解析を実施し、第2報として研究を進めてまいりたい。

謝 辞

今回の研究は、国土交通省「建設業と地域の元気回復助成事業」の支援で、長崎九十九島オリーブ振興協議会の事業「地域建設業の資源を活用したオリーブ植樹事業による各地域発のコミュニティービジネス(農業・観光資源)創出事業」の委託により、「長崎県におけるオリーブの適地性の評価と問題点の解明」について研究を実施した。長崎県建設業協会の代表者である谷村隆三氏、事務局長岩本宗裕氏の研究委託により、さらに研究の推進者である株式会社堀内組社長山下功三氏、グループ経営統括事業本部取締役天島道夫氏、現事業推進室長吉井重忠氏には気象観測機器設置のためのいろいろなお援助や助言を頂いた。ここで感謝申し上げます。また、この研究の機会と助言を与えられた当大学大学院客員教授・山中孝友氏、論文の英文校閲等でお世話になりました当学部長ブライアン・パークガフニ博士に感謝申し上げます。さらに、佐世保市オリーブ協議会会員で黒島において栽培を実施している物多田舎黒島友の会の皆様と当大学環境文化学科ゼミ室の4年生にはいろいろなお支援とご協力を頂きました。ここで感謝申し上げます。

参考文献

- 1) 井本 格：小豆島における花崗岩風化残積土と安山岩風化残積土の水分特性. 香川県農業試験場研究報告、45号、(1994)、p79-83.
- 2) 市川俊英・岡本秀俊・藤本能弘：オリーブアナアキゾウムシ成虫の存在場所および行動の日周的・季節的变化、日本応用動物昆虫学会誌、31巻1号(1987)、p6-16.
- 3) 市川俊英・岡本秀俊・内海与三郎：オリーブアナアキゾウムシ成虫の越冬場所、日本応用動物昆虫学会誌、35巻3号(1991)、p181-187.
- 4) 出田正夫：オリーブの開花結実に関する基礎的研究、香川県農業試験場報告、24号(1974)、p1-46.
- 5) 香川県農業試験場編：香川県農業試験場ホームページ。<http://www.pref.kagawa.lg.jp/noshi/>.
- 6) 気象庁編：日本気候表一全国の平年値一覧一。財団法人気象業務支援センター刊、(2001)、p320.
- 7) 久保寺秀夫：クリンカアッシュの施用は重粘土壌ジャガールの物理性を改良する。平成18年度九州沖縄農業研究センター研究成果情報、(2006)、p389.
- 8) 久保寺秀夫：クリンカアッシュの施用がジャガールの土壌理化学性とレタスの生育および無機成分に及ぼす影響。日本土壌肥科学雑誌、77(5)、(2006)p541-548.
- 9) 真木 太一：風害と防風施設、文永堂出版、(1987)、p301.
- 10) 間 苧 谷 徹：果樹園芸博物学。養賢堂、(2005)、p167-170
- 11) 三木隼人・三木昭二・笠井宣弘：オリーブの緑枝ざしに関する研究、香川県農業試験場研究報告、20号(1970)、p22-44.
- 12) 三木隼人：オリーブ生産の現状と今後の問題点、農業および園芸、58巻1号(1983)、p218-222.
- 13) 森由香・中西テツ：明治初期のオリーブ資源導入に関する研究、神戸大学農学部学術報告、27巻(2003)、p1-19.
- 14) 長崎県：地力保全基本調査総合成績書。長崎県総合農林試験場、(1978)、p455.
- 15) 長崎県農林部・長崎県施肥合理化協議会編：土づくり手引書。長崎県農林部・長崎県施肥合理化協議会、(1985)、p233.
- 16) 中村和郎他3名編：日本の自然地域編6、中国四国。岩波書店、(1995)、p196.
- 17) 大場和彦・吉越恆・下高敏彰：台風13号による九州北部地域の農作物被害の実態と気象災害の農業気象学的研究。長崎総合科学大学大学院新技術創成研究所報、4号(2009)、p1-10.
- 18) 桜谷哲夫・大場和彦：南九州畑地帯の生物資源の利用可能量評価。バイオマス変換計画研究報告第17号(1989)、p29-39.
- 19) 柴崎博行：オリーブ新漬けの加工法に関する研究(1)、香川県発酵食品試験場研究報告、90号(1998)、p7-11.
- 20) 柴崎博行・吉岡直美他2名：オリーブオイルの品質に対する収穫時期の影響、香川県産業技術センター研究報告、2号(2002)、p139-14.
- 21) 内嶋善兵衛・竹前彬・岩倉尚哉・平木永二：宮崎の四季と気象。鉱脈社、(2003)、p174-175.
- 22) 矢野清他3名：花崗岩土壌への土壌改良資材混入による水の有効利用と茶の生育。香川県農業試験場研究報告、40号、(1989)、p43-56.