

研究ノート

宮城県で栽培したチュニジア産オリーブの ポリフェノール含量

山口政人¹、庭野道夫¹、磯田博子²

¹東北福祉大学 ²筑波大学

要旨

本研究は、寒冷地宮城県において、休耕地に試験栽培したチュニジア産オリーブの Chetoui (シエトウイ)、スペイン産 Arbequina (アルベキナ)、ギリシャ産 Koroneiki (コロネイキ) の果実中ポリフェノール含量と、オリーブ葉試料の保存条件によるポリフェノール含量への影響について調べることを目的とした。オリーブの試験栽培地は、石巻市網地島、仙台市国見ヶ丘、仙台市泉区の3地点とし、収穫時期は11月下旬から12月上旬とした。オリーブ果実のポリフェノール含量は、仙台市国見ヶ丘で栽培した Chetoui (14.2 $\mu\text{gGAE/g}$) が最も多く、石巻市網地島で栽培した Chetoui (5.59 $\mu\text{gGAE/g}$) の約2.5倍で有意な差があった。Arbequina においても、仙台市国見ヶ丘 (5.01 $\mu\text{gGAE/g}$) のほうが石巻市網地島 (3.54 $\mu\text{gGAE/g}$) よりも約1.5倍多かった。また、3品種の平均含量を栽培地域別にみると、仙台市国見ヶ丘で栽培したオリーブ (8.59 $\mu\text{gGAE/g}$) に対して、網地島 (5.37 $\mu\text{gGAE/g}$) となり、約1.6倍の差があった。既報では Chetoui のポリフェノール含量はヨーロッパ産に比べて高いと言われており、我々の測定値においてもそれに準じた結果が得られた。尚、試験栽培地によるポリフェノール含量の差異について、原因の一つは気象条件に因るものと考えられる。一方、オリーブ葉ポリフェノール含量は、葉の抽出液あるいは乾燥粉末の状態、遮光保存することにより、1年後でも収穫直後の含量とほぼ同じ値を示した。室温や冷蔵保存による影響は少なかった。一方、遮光せず1年間保存すると収穫直後に比べて20~35%有意に減少することが分かった。これらの結果はオリーブの成分研究や様々な製品開発において貴重な知見となりうる。

キーワード: オリーブ、オリーブ葉、ポリフェノール、寒冷地栽培、チュニジア

1. 緒言

我々は宮城県の地域振興を目的とし、休耕地を活用した寒冷地オリーブ試験栽培を2018年に開始した。今年で3年目を迎える。栽培品種は、チュニジア産の Chetoui (シエトウイ) を始め、スペイン産 Arbequina (アルベキナ)、ギリシャ産 Koroneiki (コロネイキ) の3品種である。オリーブ栽培は、温暖で乾燥した地中海性気候が適しており、わが国では西日本や瀬戸内海の地域において盛んに行なわれている傾向がある。例えば、香川県小豆島は、明治41年に政府によって産業用の栽培候補地として選定を受け、オリーブ関連商品の製造販売から観光産業まで盛んに行なわれている。現在オリーブの生産量は全国シェア95%を占め1位である。小豆島の年間平均気温は15.6 $^{\circ}\text{C}$ (年間平均最高気温20.2 $^{\circ}\text{C}$) である¹⁾。一方、国内における寒冷地栽培では、宮城県が北限と言われており、東日本大震災後、石巻市はオリーブオイルの産業化と雇用創出を目的に組織的な栽培を始めている。石巻市の年間平均気温は11.6 $^{\circ}\text{C}$ (年間平均最高気温は15.5 $^{\circ}\text{C}$) であり、小豆島と比較し、気温が4~5 $^{\circ}\text{C}$ 低いことがわかる²⁾。しかし、現時点でオリーブの寒冷地栽培に関する学術的な知見がない。そのため、寒冷地におけるオリーブの生育条件を調べ、そ

これらの結果を、栽培方法の最適化に応用したり、オリーブの果実や葉等の成分の影響を調査することは、学術的に意義が深いと考える。また、日本におけるチュニジア産の Chetoui の栽培は他に事例がなく、珍しい取り組みと言える。2018年の定植時、苗木の背丈は30センチメートル程度であったが、現在は2メートルを超える木も多く見られる。この間、日本各地で被害をもたらした2019年の台風19号のほか、梅雨、強風、積雪にも耐え、順調に生長した。昨年（2020年）の夏から秋にかけて、3品種全てにおいて、初めてオリーブの果実が観察された。これらは宮城の気候に育まれ、実ったオリーブである。ところで、オリーブのポリフェノールは、抗酸化作用、抗菌作用、抗炎症作用、血糖値上昇抑制作用などの機能が知られていること、チュニジア産オリーブは、ヨーロッパ産オリーブと比べてポリフェノール含量が高いなどの特徴がある³⁾。オリーブ葉のポリフェノールから、抗がん作用や抗アレルギー作用など様々な生理活性があることが報告されている⁴⁸⁾。更に、ポリフェノールの生理機能を期待した、葉茶、葉や枝の乾燥粉末を材料とした畜産用、養魚用飼料の開発など⁹⁻¹⁰⁾、多面的にオリーブの研究が行なわれており、オリーブは興味が尽きない植物である。

本研究では、寒冷地宮城県で栽培したオリーブの特色を明らかにしていくため、今回、2つの定量実験を行なった。1つ目は、石巻市網地島、仙台市国見ヶ丘、仙台市泉区で試験栽培したオリーブ3品種の果実（初なり）を収穫し、その抽出液中の総ポリフェノールを定量した。2つ目は、昨年収穫したオリーブ葉の粉末と、その粉末から調製した抽出液を用いて、異なる保存条件によるポリフェノール含量の影響を調べた。簡便で経費を要さない保存条件が見つければ、オリーブの多目的活用において可能性が拡がると言える。将来的には寒冷地宮城県で栽培したチュニジア産オリーブ等から、健康機能に寄与する成分を明らかにし、付加価値向上と地域振興に寄与することを目指す。








2. 実験方法

2-1. 試料と栽培地

試料としたオリーブの果実は、宮城県内3地域、即ち、石巻市網地島オリーブ農園、仙台市国見ヶ丘キャンパス教育実践農園から Chetoui、Arbequina、Koroneiki の3品種、仙台市泉区のボランティアが栽培した Koroneiki の1品種とした。収穫は2020年11月下旬から12月上旬とした。写真の通り、茶褐色の熟している果実が6～8割程度を占め、残りは黄緑色の若い果実であった（Table 1）。収穫量は、各試験栽培地においてそれぞれ異なった。即ち、石巻市網地島では Chetoui が10.8g、Arbequina が225g、Koroneiki が155g、仙台市国見ヶ丘では Chetoui が0.4g、Arbequina が40.8g、Koroneiki が10.5g、仙台市泉区の Koroneiki は71.8gであった。各試験栽培地における3品種の栽培本数は全て異なり、ここでは詳細な記述を控えるが、例えば、オリーブの樹1本当たりの収穫量について、石巻市網地島と仙台市国見ヶ丘において比較すると、石巻市網地島では Chetoui が2.2g、Arbequina が32.1g、Koroneiki が22.1gであったのに対して、仙台市国見ヶ丘では、Chetoui が0.04g、Arbequina が2.0g、Koroneiki が0.7gであった。全体的に石巻市網地島の収穫量のほうが、仙台市国見ヶ丘に比べて15～50倍多かったことがわかる。この理由として、苗木の定植時期が石巻市網地島では2018年5月に対し、仙台市国見ヶ丘では2018年8月であったため、樹勢が最も活発となる初夏から夏の時期の3ヶ月間の定植時期の違いが一因と考えられる。品種間の比較では、Chetoui の着果が他の2品種に比べて明らかに劣っていた。Chetoui はチュニジア産の気候に適した品種であるのかも知れない。

一方、オリーブ葉の粉末、あるいは、その粉末から調製した抽出液は、昨年のオリーブ葉ポリフェノールの定量に用いた抽出液を使用した¹¹⁾。

Table 1 宮城県内3地域で採取したオリーブ果実

	Chetoui	Arbequina	Koroneiki
Ishinomaki -Ajishima			
Yield (g)	10.8	225	155
Sendai -Kunimigaoka			
Yield (g)	0.4	40.8	10.5
Sendai -Izumiku	—	—	
Yield (g)			71.8

2-2. 試料の調製と保存条件

採取した各種オリーブ果実は、粉碎機 (Multi Grinder, BioloMix700™) で破碎し、粉碎物1.0gを遠沈管に入れ、10mLの80%メタノールを加え、常温 (23℃ ± 2℃)、暗所下で、3日間振とうした。その後、遠心力5,500g、10分間遠心分離し、上清を回収、10mLに定容し、オリーブ果実のポリフェノール抽出液とした。直後、ポリフェノールの定量実験を行なった。抽出溶媒の選定については、多くの文献で80%メタノールを使用していることから¹²⁾、これに準じた。

異なる保存条件によるオリーブ葉ポリフェノール測定では、網地島で試験栽培したオリーブの葉を用いた。葉の抽出液の調製方法は以下の通りである。即ち、採取した各種オリーブ葉を乾燥機 (Food Dehydrator LT-81™) で80℃、2時間乾燥し、粉碎機で粉末にした後、各種オリーブ葉の粉末1.0gを遠沈管に入れ、70%エタノール10mLを加え、常温、暗所下で3日間振とうした。その後、遠心力5,500g、10分間遠心分離し、上清を回収、10mLに定容し、オリーブ葉のポリフェノール抽出液とした。

オリーブ葉試料の保存条件は4通りを設定した。1つ目は、葉の抽出液を遮光せず室温で1年間保存、2つ目は、葉の抽出液を遮光し室温で1年間保存、3つ目は、葉の抽出液を遮光し4℃下で1年間保存した。4つ目は、葉の粉末を遮光し、室温で1年間保存し、ポリフェノールの測定前に抽出液を調製した。実験では、昨年、葉の収穫直後に定量したポリフェノールの測定値に対し、異なる保存条件下で1年経過後のポリフェノール値を比較した。

2-3. 総ポリフェノール含量の測定

Folin-Ciocalteu法によりオリーブ果実、あるいはオリーブ葉に含まれる総ポリフェノールを定量した。抽出液はISO14502-1:2005に基づき、適宜希釈した抽出液1.0mLに、フェノール試薬 (関東化学) 5mLを加えた後、5分後に7.5% (W/V) 炭酸ナトリウム溶液4.0mLを加え、室温で60分放置後、分光光度計 (Novaspec II Spectrophotometer™) により765nmにおける吸光度を測定した。ブランクは純水とした。検量線は、10、20、30、40、50 μg/mLに溶解した没食子酸一水和物™ (FUJIFILM Wako) を用いて作成し (Fig.1)、試料中の総ポリフェノール含量を没食子酸相当量 (μgGAE/g) として求めた¹³⁾。GAEはGallic acid equivalentを示す。総ポリフェノール量の計算式は次の通りである。

$$W_t = \frac{(D_{\text{sample}} - D_{\text{intercept}}) \times V_{\text{sample}} \times d}{S_{\text{std}} \times M_{\text{sample}}}$$

W_t : 試料中の総ポリフェノール量、D_{sample} : 試料溶液の吸光度、D_{intercept} : 検量線 Y 軸切片の吸光度、S_{std} : 検量線の傾き、M_{sample} : 試料量 (g)、V_{sample} : 試料抽出液量 (mL)、d : 比色定量した時の試料希釈倍率。

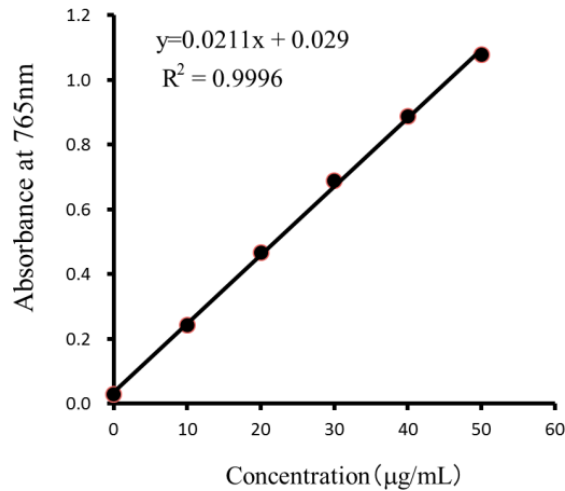


Fig. 1 ポリフェノールの定量に用いた没食子酸の検量線

3. 結果並びに考察

3-1. オリーブ果実中のポリフェノール含量

オリーブ果実中のポリフェノール含量は、Folin-Ciocalteu 法を用い、Fig. 1 に示した没食子酸の検量線 ($R^2=0.9996$) 並びに前述した計算式に基づき、果実 1 g 当たりの重量 (μg) を没食子酸換算 ($\mu\text{gGAE/g}$) で表し、得られた定量値を Table 2 にまとめた。

その結果、Chetoui のポリフェノール含量は、3 地域のうち仙台市国見ヶ丘で栽培した Chetoui ($14.2 \mu\text{gGAE/g}$) が最も多く、石巻市網地島で栽培した Chetoui ($5.59 \mu\text{gGAE/g}$) の約2.5倍となり、有意な差があった。Arbequina においても、仙台市国見ヶ丘 ($5.01 \mu\text{gGAE/g}$) のほうが石巻市網地島 ($3.54 \mu\text{gGAE/g}$) よりも約1.5倍高く、有意な差があった。Koroneiki においては、石巻市網地島 ($6.98 \mu\text{gGAE/g}$)

Table 2 宮城県内で栽培したオリーブ果実抽出液中のポリフェノール含量

site	Cultivar		
	Chetoui	Arbequina	Koroneiki
Ishinomaki -Ajishima	5.59 ± 0.06^a	3.54 ± 0.06^b	6.98 ± 0.04^d
Sendai -Kunimigaoka	14.2 ± 0.19^a	5.01 ± 0.09^b	6.55 ± 0.05^c
Sendai -Izumiku	—	—	5.55 ± 0.05^{cd}

Polyphenol content: $\mu\text{gGAE/g}$, GAE: Gallic acid equivalent,

Data represent the mean of three determination \pm standard deviation.

Values followed by the same letters within cultivar are significantly different at $p < 0.05$.

並びに仙台市国見ヶ丘 (6.55 $\mu\text{gGAE/g}$) は、仙台市泉区 (5.55 $\mu\text{gGAE/g}$) と比べて約1.3倍多かった。また、3品種の平均ポリフェノール含量を栽培地域別にみると、仙台市国見ヶ丘で栽培したオリーブでは8.59 $\mu\text{gGAE/g}$ となり、石巻市網地島 5.37 $\mu\text{gGAE/g}$ の約1.6倍の差があり、即ち、仙台市国見ヶ丘で栽培したオリーブ果実のほうが、ポリフェノール含量が多かった。既報では、チュニジア産オリーブの特徴はヨーロッパ産オリーブと比べて、ポリフェノール含量が多いことが筑波大学とチュニジアの研究機関の共同研究により報告されている^{3),14)}。本研究では上述の通り2.5倍という差が見られ、Chetouiの特徴を観察することができた。

ところで、Olfaらはチュニジアオリーブの成分比較を行っており、Chetouiについては、65.71~104.4 $\mu\text{g/g}$ と報告している¹⁵⁾。定量値に幅があるのは、オリーブ果実の収穫時期を10月、11月、12月の3段階に分けて収穫し、測定しているからである。このうちポリフェノール含量が最も高い104.4 $\mu\text{g/g}$ を示したオリーブは11月に収穫したものである。Nabilらは、チュニジアの3地域で栽培したChetouiのポリフェノール含量が熟成度合によって変化することを述べ、更に、抗酸化活性などの生理活性の強さがポリフェノール含量の変動と連動するという興味深い報告をしている¹⁶⁾。我々が栽培したChetouiのポリフェノール含量は、現地チュニジアで栽培されたものと比べて4~10倍少ない結果となった。今回、初なりの果実であることから、元々の収量が少ないため、収穫時期を厳密に設定し、定量実験に供することが困難であったことが一因である。そのため、収穫時期とポリフェノール含量、果実の熟成との関係性については次年度の課題としたい。また、チュニジアと寒冷地宮城県の気象条件の違いについてもオリーブの成長やポリフェノール含量に影響しているかも知れない。Nabilらの報告では、チュニジアの年間平均気温が19.5~21.3 $^{\circ}\text{C}$ 、年間降水量は189.4~438mmと述べている¹⁶⁾。一方、石巻の年間平均気温は11.6 $^{\circ}\text{C}$ 、仙台は12.4 $^{\circ}\text{C}$ であり、7 $^{\circ}\text{C}$ 以上の差がある。年間降水量は宮城県全体で1310~1390mmである。チュニジアでは気温が高い6月~8月(25~32 $^{\circ}\text{C}$)にかけて、降水量が数10mm程度であり、梅雨前線の影響を受ける日本の気象条件と明らかに異なる。また、仙台市と石巻市網地島のオリーブポリフェノール含量の差異についても、様々な要因が挙げられるが、気象条件の違いについて考察が必要である。これに関しては、共同研究者が別で報告準備中であり、本報で述べることを控える。

3-2. オリーブ葉試料の異なる保存条件がポリフェノール含量に及ぼす影響

オリーブポリフェノールの機能には、高い抗酸化作用を始め、血糖降下作用、骨形成促進作用、抗菌作用などの報告がある^{7),8),17-21)}。特にポリフェノール含量の高いオリーブ葉については、食品や飲料用の材料、家畜や養魚飼料の添加物として利活用が進められている。そのため、材料となるオリーブ葉の保存条件については重要事項である。本研究では、昨年の石巻市網地島で採取したオリーブ葉3品種について、採取直後に抽出したポリフェノール含量に対して、4つの保存条件を設定し、1年後のポリフェノール含量を測定した。その結果をFig. 2に示す。Fig. 2-aのグラフは、各オリーブ葉の採取直後に抽出した新鮮な状態のポリフェノール含量である。即ち、Chetouiが59.1mgGAE/gDW、Arbequinaが61.8mgGAE/gDW、Koroneikiが59.3mgGAE/gDWであった。これに対し、Fig. 2-bの条件は、抽出液を遮光せず室温で1年間保存したものであり、Chetouiは42.0mgGAE/gDW、Arbequinaが49.4mgGAE/gDW、Koroneikiが38.5mgGAE/gDWと測定され、Fig. 2-aに対して、それぞれ順に約30%減、約20%減、約35%減となり、3品種とも有意に減少した。一方、Fig. 2-cは、抽出液を遮光し、室温で1年間保存したものであり、Chetouiは54.3mgGAE/gDW、Arbequinaは58.2mgGAE/gDWとやや減少傾向を示したが有意差はなく、Koroneikiにおいてはほぼ同じ値を示した。Fig. 2-dは、抽出液を遮光し、4 $^{\circ}\text{C}$ で1年間保存したものであり、Fig. 2-eは、オリーブ葉の乾燥粉末を遮光し、室温で1年間保存し、ポリフェノール測定時に抽出液を調製し測定したものである。Fig.2-d、Fig.2-e共に、3品種全てにおいて、1年後でも収穫直後の含

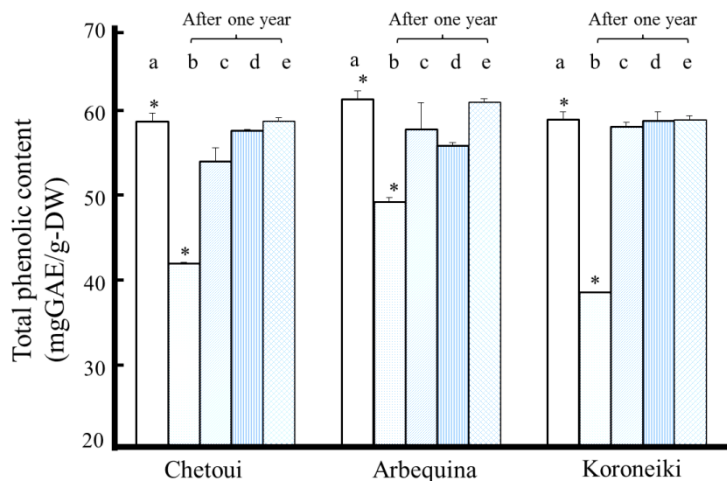


Fig. 2 異なる保存条件によるオリーブ葉抽出液中ポリフェノール含量

a: 初年度の抽出時ポリフェノール含量

b: 1年後のポリフェノール含量 (抽出液を遮光せず、室温で保存)

c: 1年後のポリフェノール含量 (抽出液を遮光して、室温で保存)

d: 1年後のポリフェノール含量 (抽出液を遮光して、4℃で保存)

e: 1年後のポリフェノール含量 (粉末を遮光して、室温で保存、ポリフェノール測定時に抽出液を調整)

*p<0.05 (試料は網地島オリーブ農園の各種オリーブ葉を使用した)

量とほぼ同じ値を示した。

以上の結果より、Chetouiにおいては冷蔵保存することがより良いが、最も重要な条件として、抽出液あるいは乾燥粉末を遮光することがポリフェノールの貯蔵安定性に寄与することがわかった。大山らは、香川県のブランド養殖魚オリーブハマチの飼料に、オリーブ葉粉末を1.7%配合し、14日間の連続給餌によって、ブリの血合筋の褐変速度が抑制されるという興味深い報告をしている。血合筋の褐変抑制効果の発現のためにはポリフェノール含量の高いオリーブ葉を魚に与えることが必要であり、オリーブハマチの出荷尾数の増加に伴い、オリーブ葉の使用量も増加しているという²²⁾。これを受けて、柴崎らは、オリーブ葉のポリフェノール含量は、品種、採取時期、気象条件、採取後の取り扱いによって変動するが、採取後の取り扱いも重要な要因として、オリーブ葉のポリフェノールの保存安定性を調べている。オリーブ3品種 Lucca、Mission、Nevadillo blanco の葉を用いた実験では、収穫後は室内保存で2週間以内に乾燥、粉末化した後、密封、暗所、常温保存することで1年間は安定していると述べている²³⁾。私の研究においても、大山らとは異なる品種を用いているが、同様の条件下でポリフェノール含量が保持されていることが認められた。これらの結果は、オリーブ葉ポリフェノールを取り扱う分析研究、あるいはオリーブ葉を活用した様々な製品開発の分野において貴重な基礎情報となりうる。

4. 結言

宮城県の3地域、即ち、石巻市網地島、仙台市国見ヶ丘、仙台市泉区において、3品種オリーブ (チュニジア産 Chetoui、スペイン産 Arbequina、ギリシャ産 Koroneiki) を試験栽培し、初年りの果実を収穫し、果実中ポリフェノール含量を、Folin-Ciocalteu 法によって測定した。その結果、3品種の中で、仙台市国見ヶ丘で栽培した Chetoui が最も高い含量を示した。また、3品種を合計したポリフェノールの平均含量では、仙台市国見ヶ丘で栽培したオリーブが最も多かった、この原因の一つとして試験栽培地の気象条件が考えられるが、十分な考察に至らず今後の研究課題とする。また、オリーブ果実の収穫時期とポリフェノール含量との関係についても調査していきたい。一方、オリーブ葉ポリフェノールの保存安定性については、抽出液あるいは葉の乾燥粉末を、室温あるいは冷蔵で遮光保存することで1年間はポリフェノール

が安定的に保持されることがわかった。今後は、オリーブポリフェノールを構成する主要成分の一つであるオレウロペインについて定量分析し、保存安定性のほか、抗酸化機能も調べていきたい。

寒冷地宮城で生育したオリーブの様々な学術情報を蓄積し、北限のオリーブとして植栽活動や産業化に励む宮城の人々に還元し、オリーブの付加価値の向上と地域振興に貢献していきたいと考えている。

謝辞

本研究は、東北福祉大学感性福祉研究所において、文部科学省の研究施設運営支援の助成を得て行なわれました。

本研究は、チュニジア種苗会社の Muhamed Gahbi Mahjoub 社長、チュニジア農業大学元学長の Harrabi 教授、石巻市牡鹿総合支所、NPO 法人ジョイフル網地島の阿部孝博代表並びに事務局の皆様他、多くの方の協力の下で行なわれました。関係者の皆様に深く感謝申し上げます。

参考文献

- 1) 庭野道夫, 山口政人, 渡邊圭, 磯田博子「チュニジア産オリーブ栽培の実践的研究 I」『感性福祉研究所年報』20, 79-94, 2019
- 2) 『石巻産オリーブについて』 東部地方振興事務所農業農村整備部 <https://www.pref.miyagi.jp/soshiki/et-sgsin-ns/hokugenolive-ichiran.html>
- 3) JSTNews jst.go.jp/pr/jst-news/backnumber/2010/201011/pdf/2010_11_p14.pdf 1 バックナンバー 11月号 (独) 科学技術振興機構発行 7 (8), 2010
- 4) Savournin, C., Baghdikian, B., Elias, R., Dargouth-Kesraoui, F., Boukef, K. and Balansard, G. "Rapid high-performance liquid chromatography analysis for the quantitative determination of oleuropein in *Olea europaea* leaves" *Journal of Agricultural Food chemistry* 49, 618-621, 2001
- 5) Gonzales, M., Zarzuelo, A., Gamez, M.J., Utrilla, M.P., Jimenez, J. and Osuna, I. "Hypoglycemic activity of olive leaf" *Planta Med*, 58, 513-515, 1992
- 6) Bisignano, G., Tomaino, A., LoCascio, R., Crisafi, G., Ussella, N. and Saija, A. "On the in-vitro antimicrobial activity of oleuropein and hydroxytyrosol" *Journal of Pharmacy and Pharmacology* 51 (8), 971-974, 1999
- 7) Parida, Y., Junkyu, H. and Hiroko, I. 「オリーブ由来ポリフェノール成分の抗がん・抗アレルギー活性解析」『沙漠研究』18 (4), 183-187, 2009
- 8) Nakazaki, E., Junkyu, H. and Hiroko, I. 「チュニジア産オリーブ葉抽出物のヒト白血病細胞分化誘導作用」『New Food Industry』52 (7), 21-27, 2010
- 9) Bouarab, C., Degraeve, P., Ferhout, H., Bouajila, J. and Oulahai, N. "Plant antimicrobial polyphenols as potential natural food preservatives" *Journal of Food Agriculture* 15:99 (4), 1457-1474, 2018
- 10) 大山憲一, 柴崎博行, 大西茂彦, 柴田英明, 小川雅廣「香川県産飼料用オリーブ葉のポリフェノール含量に及ぼす保存方法の影響」『日本水産学会誌』63 (12), 570-574, 2016
- 11) 山口政人, 庭野道夫, 渡邊圭, 磯田博子「宮城県で栽培したチュニジア産オリーブ葉抽出物のポリフェノール含量と抗菌活性」『感性福祉研究所年報』21, 27-37, 2020
- 12) 朝日信吉「オリーブオイルの抽出方法とポリフェノール分析」成果発表一覧, 公益財団法人かがわ産業支援財団, 2020
- 13) Folin, O. and Denis, W. "A Colorimetric method for the determination of phenols (and phenolderivatives) in urine" *Journal of biological chemistry* 22, 305-308, 1915

- 14) 「チュニジア国 高機能性オリーブを用いた商品開発事業 準備調査 (BPO ビジネス連携促進) ファイルレポート」(独) 国際協力機構 (JICA), (株) アレナビオ, (株) ヤマヒサ, (株) アグリオリーブ小豆島, (国) 筑波大学, JICA 報告書 PDF 版, 2017
- 15) Olfa Dridi Gargouri, Yasmine Ben Rounia, Amir Ben Mansour, Guido Flamini, Bechir Ben Rounia and Mohamed Bouaziz “Comparative Study of oil quality and Aroma Profiles from Tunisian olive cultivars growing in Saharian oasis using chemometric analysis” *Journal of Oleo Science*, 65 (12), 1033-1044, 2016
- 16) Nabil B.Y., Abaza, L., Ouni Y., Salma, Nmm, Debbech,N., Abdelly, C. and Zarrouk, M “Influence of the site of cultivation on Chetoui olive (*Olea europaea* L).oil quality” *Plant Production Science* 15:3, 228-237, 2012
- 17) Myriam, B.S., Hafedh, A., and Manef, A. “Study of Phenolic Composition and Biological Activities Assessment of Olive Leaves from different Varieties Grown in Tunisia” *Medicinal chemistry* 2 (5), 107-111, 2012
- 18) Hayet, E., Raouf, J., Hechmi, C., Luc, V., Guido, F., Dalenda, B., Mohamed, H., Mahjoub, A. and Maha, M. “A comparative study on chemical composition, antibiofilm and biological activities of leaves extracts of four Tunisian olive cultivars” *Heliyon* 5 (5), 1-8, 2019
- 19) Leila, A., Nabil, BY., Hedia, M., Faouzia, M.H., Kaouther, M. and Mokhtar Zarrouk. “Chétoui olive leaf extracts: Influence of the solvent type on phenolics and antioxidant activities” *Grasas y aceites*, 62 (1), 96-104, 2011
- 20) Ines,K., Karim,J., Thomas, M., Maria, H.i, Alexios, L. and Nouredine, A. “Characteristics, phytochemical analysis and biological activities of extracts from Tunisian Chetoui *Olea europaea* Variety” *JournalofChemistry*Article ID 418731, 1-11, 2015
- 21) 荒木理沙, 藤江敬子, 中田由夫, 鈴木浩明, 松井幸一, 植松勝太郎, 柴崎博行, 安藤貴彦, 植山ゆかり, 磯田博子, 橋本幸一「オリーブ葉茶の継続飲用が体格や糖・脂質代謝に及ぼす影響に関する探索的検討」『日本栄養・食糧学会誌』71 (3), 121-131, 2018
- 22) 大山憲一, 大西茂彦, 松岡博美, 東畑顕, 石田典子, 小川雅廣「オリーブ葉添加飼料を投与した養殖ブリ筋肉の脂質および呈味評価」『日本食品科学工学会誌』64 (10), 507-514, 2017
- 23) 柴崎博行「オリーブ葉の乾燥条件の検討」『農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター研究報告』18, 85-87, 2018