

アサマ NEWS

パートナ

2014-5 No. 160

オゾンによる 食品微生物の制御

食品工業へのオゾンの利用（その6） オゾンと炭酸ガスの併用効果

1. はじめに

食品の品質劣化は、空気中の酸素により促進されるものが多く、カビや昆虫の発生、油脂の酸化、色や風味の変化がある。このような酸素による劣化を防ぐ方法として酸化防止剤の添加、真空包装、ガス置換包装及び脱酸素剤封入包装等が行われている。しかしこのような食品が嫌気的な状態に置かれる場合が多くなるに連れ、嫌気下で増殖する微生物に由来する食品の変敗が多くなってきた。真菌や乳酸菌による変敗が中心である。

現在、炭酸ガスを発生する脱酸素剤使用食品においては炭酸ガス50%においても生育する *Aspergillus* 属カビ、炭酸ガス100%においても生育する *Candida*, *Pichia* の酵母、炭酸ガスの存在で生育が促進される *Enterococcus* 等の乳酸菌が生育して食品を変敗させている。このようなことから食品を嫌気下に保存する前に、これらの原因微生物を殺菌しておく必要がある。そこで、炭酸ガスとオゾンガスを併用して、その品質に及ぼす効果を検討した。

2. 炭酸ガスによる微生物制御

炭酸ガスは生物の呼吸や有機化合物の完全燃焼時に生じるガスであり、空気中にも0.03%含まれている。高濃度の炭酸ガスは好気性菌のみならず嫌気性菌に対しても抗菌作用を有している。一般にカビに対する作用が最も強く、炭酸ガス濃度20～30%で抑制効果が現れる。また、炭酸ガスは酸素の存在下でも効果があり、品質保持期間の延長を図ることができる。

カビの種類により炭酸ガス耐性は著しく異なる。*Rhizopus*, *Mucor*, *Penicillium* 等は効果が弱く、*Cladodsporium*, *Eurotium* (*amstelodami*), *Aspergillus* (*restrictus*) は静菌効果がある。*Xeromyces bisporus* は炭酸ガス濃度95%の気相中で、好乾性 *Aspergillus* は炭酸ガス濃度85%気相中でも生育する。*Fusarium oxysporum*, *Fusarium eumartiihi* は炭酸ガス濃度85%の気相中でも生

育する。炭酸ガスでカビの生育を抑制するためには高濃度の炭酸ガスが必要となる。不活性ガスとして酸素濃度を低下させる効果は大きい。酸素濃度1%以下では、炭酸ガス濃度20%でカビの生育は10%以下にとどまるものが多い。果実によく発生するカビ、*Botrytis alli*, *Rhizopus migericans*, *Penicillium expansum* は酸素濃度2%存在下では炭酸ガス濃度7%以上で生育が著しく抑制される。

酵母や細菌はカビに対して耐性は強い。しかし炭酸ガス濃度が増すにつれて、静菌効果は高まる。酵母に対する生育抑制効果も一部認められるが炭酸ガス100%でも生育菌種も知られている。*Saccharomyces*, *Candida*, *Pichia* のある種の菌株では炭酸ガス100%気相中でも生育するものもある。しかし脱酸素剤使用によりスポンジケーキに接種した *Pichia anomala* の増殖は抑性され、特に炭酸ガス発生タイプの脱酸素剤使用区において著しいことが認められた。更に脱酸素剤により棗菓子に接種した *Pichia anomala* の増殖は抑性され炭酸ガス発生タイプの脱酸素剤使用区において著しいことが認められた。

細菌の場合は菌種により著しく異なる。乳酸菌は最も耐性があり、一般的に耐熱性芽胞菌も耐性が強い。*Klebsiella*, *Clostridium* (*botulinum*, *butyricum*), *Staphylococcus* 等は炭酸ガス環境下で生育が阻止されるのみならず、生菌数が減少する。通性嫌気性菌は *Enterococcus faecalis* のような乳酸菌は炭酸ガスにより生育が促進される。しかし *Staphylococcus aureus* は炭酸ガスの影響は受けず、*Bacillus cereus* は100%炭酸ガス濃度気相中では生育が阻害される。高濃度の炭酸ガスの添加はある種の通性嫌気性細菌に対して増殖抑制効果が認められるものの、多くの菌種はほとんど増殖抑制効果は認められない。

微好気性細菌に属する食中毒原因菌である *Campylobacter jejuni* や *Campylobacter coli* の増殖には炭酸ガスが促進的に作用する。そのため細菌検査時に炭酸ガス濃度10%を気流中に添加して行っている。このように微好気性細菌の場合、高濃度の炭酸ガスを添加して食品のpHが大きく低下して、その結果として増殖の抑制が期待される。

偏性嫌気性細菌のうち無芽胞偏性嫌気性細菌である *Bacteroides fragilis*, *Propionibacterium acnes* への炭酸ガス添加は増殖に必須又は促進作用を示す。高濃度の炭酸ガス

により食品のpHを低下させて細菌の増殖を抑制する場合、食品のpHの低下の程度は食品により大きく異なる。

炭酸ガスの静菌効果の要因として、炭酸ガスの溶解による炭酸生成に由来するpHの低下が考えられ、事実、炭酸ガスの静菌効果は低温度においてより効果が高いことが証明されており、炭酸ガスの溶解度は低温ほど大きくなる。しかし、培地のpHが炭酸ガスによって変化しないように、リン酸緩衝液を用いて、*Pseudomona aruginosa* に対する静菌効果を検討した実験では、生育抑制効果は炭酸ガスの溶解とは直接関係がないことが認められている。しかし炭酸ガスの *Pseudomona aruginosa* の発育阻止効果について、炭酸ガス濃度70%までは、その濃度に比例して細菌の世代交代時間が延長され、炭酸ガス濃度70%では0%付近に比べて約2倍になるとされ、高濃度の炭酸ガスでは細菌が抑制されるとしている。このように、炭酸ガスの静菌作用は、単純な嫌気状態、あるいはpHの低下、炭酸ガス自身の静菌作用等のみによるものではなく、過剰な炭酸ガスによる微生物の複雑な代謝系における酵素活性の阻害が原因ではないかと考えられているが、本質的なことは完全には解明されていない。

多くの研究によりカビの胞子の発芽は、炭酸ガス濃度が増加に伴って遅延し、高温より低温で効果が大きく、菌糸の生育速度は抑制され、生育途中から炭酸ガス中に移行させて培養したものと、最初から炭酸ガス中で生育させたものとは生育速度に差がなく、高濃度の炭酸ガス中では酸素濃度は生育に影響しないとされている。

3. オゾンと炭酸ガスの併用殺菌効果

オゾンは細菌、酵母、カビ等のいずれの微生物に対しても有効であり、食品保存にも多数実用化されている。オゾンは広範囲の微生物に対して水溶液中でも気相中でも殺菌効果を示す。オゾンガスの殺菌効率は接触時間、湿度、オゾン濃度、温度、有機物の存在に大きく影響される。オゾン殺菌に対する殺菌作用は、第1義的には溶菌と呼ばれ、酸化により細胞壁や細胞膜の破裂又は分解による。これは細菌の細胞膜を通じて拡散し、酵素を不活性化する塩素の殺菌作用とは異なる。このためオゾンと併用作用を示す化合物は多い。

これは他の殺菌剤に追従を許さぬ特徴である。オゾンは他の殺菌剤と同様、殺菌作用に選択性があり、ほとんど全てのグラム陰性細菌や乳酸菌を急速に死滅させる。現在、食品業界で変敗の中心となっているのは乳酸菌であり、嫌気下においても、炭酸ガス下においても急速に増殖して酸敗や膨張の原因となっている。

現在の食品業界では乳酸菌が二次汚染菌の中心的な微生物であり、pH3.5～11.0の範囲で生育し、冷蔵庫中で急速に増殖することが知られている。比較的最近、乳酸菌により菓子の変敗した事例を表1に示した。これらの乳酸菌のオゾンに対する抵抗力は著しく弱く、水溶液中での処理でオゾン濃度0.3～0.5ppmで30秒～60秒、気相中での処理で0.2～2ppで10～30分間で死滅する。炭酸ガスとオゾンの殺菌機構が異なるため、併用効果が期待

される。特に炭酸ガスとオゾンとの併用で有効な微生物はカビと乳酸菌が挙げられる。

基本的には炭酸ガスはオゾンとは反応しない。しかし水溶液中のオゾンの減衰の反応はヒドロキシラジカルをキャリアとする連鎖反応で、キャリアと反応する物質が共存すると、低濃度でも減衰速度に影響を与える。空中の炭酸ガスが水に溶けた炭酸や重炭酸イオンもヒドロキシラジカルを捕捉するので、オゾン減衰に影響しえる。水溶液中のオゾンは気相に拡散するので濃度の測定状態により濃度が変わりえる。このため炭酸ガスとオゾンの併用殺菌では短時間に殺菌可能な微生物が効率がよい。水溶液中でのオゾンの自己分解速度はpHに大きく依存し、アルカリ性で急激に分解する。炭酸ガスとオゾンとの併用では酸性になるため分解は非常に少ない。

表1 乳酸菌による菓子の変敗

食品	変敗現象	主要変敗乳酸菌	汚染源
ショートケーキ	酸敗、異臭	<i>Enterococcus faecalis</i>	工場
カステラ	異臭	<i>Enterococcus faecalis</i>	工場、原料
パバロア	異臭	<i>Enterococcus faecalis</i>	工場
モンブラン	異臭	<i>Enterococcus faecalis</i>	工場
シュークリーム	酸臭、粘質化	<i>Leuconostoc mesenteroides</i>	工場
チーズケーキ	酸臭、粘質化	<i>Leuconostoc mesenteroides</i>	工場
ショートケーキ	酸臭、異臭	<i>Lactobacillus</i> sp.	原料
饅頭	エタノール臭	<i>Lactobacillus fructivorans</i>	原料
蒸菓子	膨張、エタノール臭	<i>Lactobacillus plantarum</i>	工場
カステラ	異臭	<i>Pediococcus cerevisiae</i>	工場、原料
ケーキ	異臭	<i>Pediococcus cerevisiae</i>	工場、原料

4. カステラの炭酸ガスとオゾンの利用による保存効果

カステラは乳酸菌による酸敗とカビによる変敗が多発する食品である。そこでカステラにオゾンガス処理を行い、炭酸ガス発生型の脱酸素剤を用いて保存試験を行った。脱酸素剤を用いてカステラの保存中における細菌数の変化を測定した結果、表層の細菌は保存中に増加したが、内部の細菌は減少した。カステラの表面と内部では水分活性が異なり、表面に細菌の増殖の多いことを認めた。この表面の細菌を減少させる目的でオゾン濃度0.2ppm, 1ppm, 5ppmでオゾン処理を行った。オゾン処理により細菌の表面の増殖が抑制され、特にオゾン濃度1ppm処理区は細菌の増殖抑制効果は顕著であった。またオゾン処理区に脱酸素剤を用いることにより細菌の増殖が更に抑性された。

脱酸素剤を使用したカステラの保存中における包装袋内の酸素濃度及び炭酸ガス濃度の変化を測定した結果、脱酸素剤使用区は保存24時間後で残存酸素が5.6%となり、3日後にはゼロとなった。炭酸ガス発生タイプの脱酸素剤は保存24時間後で残存酸素2.5%となり、2日後でゼロとなった。対照区は微生物の増殖により保存14日以降急激に残存酸素が減少し始め、21日後にはゼロとなった。また炭酸ガスは脱酸素剤使用区では保存期間中全く検出されず、炭酸ガス発生タイプの脱酸素剤使用区では保存4日後で最大16.2%となり、以後減少した。対照区は保存14日以降、微生物の増殖により急激に増加した。

オゾン処理したカステラの保存中における袋内の酸素濃度及び炭酸ガス濃度は、オゾン濃度0.2ppm処理区の残存酸素濃度は保存15日後急速に減少し、24日後にゼロとなり、オゾン濃度1ppm処理区の残存酸素濃度は保存17日後に急速に減少し、24日後でゼロとなった。更にオゾン濃度5ppm処理区の残存酸素濃度は保存17日後に急速に減少し、28日後にゼロとなった。このように対照区に比較してオゾン処理区の酸素消費量が遅れていることはオゾン処理により微生物の増殖が抑制されていることを示す。

現在、食品保存用に使用されるガスの性状を表2に示した。

オゾン処理したカステラの保存中における微生物の変化を対照区と比較すると、*Aspergillus niger* は対照区、オゾン処理区のいずれにおいても保存期間の延長に伴い増加し、オゾン濃度1ppm処理区においてやや抑制された。*Cladosporium herbarum* の場合は、オゾン処理の影響はほとんど認められなかった。対照区は乳酸菌3菌株(*Lactobacillus bulgaricus* 2菌株、*Enterococcus faecalis*)が増殖したが、オゾン処理区は抑制された。

炭酸ガス発生型脱酸素剤使用区はカビの増殖を抑制することができたが、上記乳酸菌3菌株は著しく増殖した。カステラにオゾン処理することにより乳酸菌の生育が抑制され、炭酸ガス発生タイプの脱酸素剤を使用することによりカビの生育が抑制された。オゾンと炭酸ガス発生タイプの脱酸素剤の併用により著しく微生物が減少した。これはオゾンのみではカビの抑制効果が少なく、炭酸ガス発生型脱酸素剤のみでは乳酸菌の抑制効果が少ないことによる。

表2 食品保存用ガスの性質

項目	オゾン	炭酸ガス	窒素ガス	酸素ガス
分子式	O ₃	CO ₂	N ₂	O ₂
分子量	48	44	28	32
空気中の構成比	0	0.03	78.09	20.93
密度 (Kg/m ³ , STD)	2.144	1.9768	1.2507	1.4289
ガス比重 (空気 = 1)	1.66	1.529	0.9674	1.105
沸点 (°C)	-111.9	-78.50	-195.82	-182.97
臨界温度 (°C)	-12.1	31.0	-147.2	-118.8
臨界圧力 (atm)	54.6	72.80	33.5	49.7
水への溶解度 (cc/cc)				
0°C 1 atm	0.498	1.713	0.0235	0.0485
20°C 1 atm	0.343	0.878	0.0155	0.0310
性状	特有の色	無色、弱い刺激臭	無色、無臭	無色、無臭
反応性	活性	比較的不活性	不活性	可燃性

文献

- 1) 内藤茂三: 嫌気下で保存したカステラのオゾン処理の影響、愛知食品工技年報、29、50-65 (1988)
- 2) Dallyn.HJ.: Food Technol., 4, 399-403 (1969)
- 3) Hollis, JP.: Phtopathology., 38, 761-775 (1948)
- 4) 内藤茂三: 乳酸菌による食品の変敗とオゾンによる防止技術、防菌防黴、27、(1999)
- 5) 内藤茂三、岡田安司、山口直彦: 嫌気下で保存したスポンジケーキの微生物の挙動、包装研究、10、(1)、33-41 (1989)
- 6) 内藤茂三、岡田安司、渡辺忠弘、山口直彦: 嫌気下で保存した包装種物菓子の微生物の挙動、愛知食品工技年報、29、66-78 (1988)

(内藤茂三 食品・微生物研究所)

過熱水蒸気を用いた 微生物制御

過熱水蒸気

100℃以上の水蒸気を得るには、密閉容器中で加圧した状態で発生させるのが一般的である。したがって、密閉された加圧容器を必要とするため、連続処理が困難である。一方、過熱水蒸気は、100℃で蒸発した飽和水蒸気を加圧せずに常圧のまま100℃以上に二次加熱した水蒸気である。密閉容器を必要としないため装置も比較的簡単であり、ベルトコンベアーを用いた連続処理も可能である。したがって、食品の加工、殺菌等が短時間で連続的に行えることから、農畜水産物や菓子類等を対象にした利用が様々な形で検討されている。

過熱水蒸気の特徴

過熱水蒸気の特徴を要約してみると以下のようになる。

- 1) 過熱水蒸気の雰囲気下では、酸素が遮断されるため酸化が抑制され、爆発や火災の危険が少ない。
- 2) 食品を乾燥させる熱媒体として利用できる。
- 3) 食品の表面が部分的に硬化することが少なく、乾燥されたものはポーラス状になる。
- 4) 脱臭効果や殺菌効果が期待できる。

このような過熱水蒸気の特徴を生かした食品加工技術が開発され、実用化されているが、結露、リークの問題など、解決すべき課題も少なからずあり、今後の改善・改良が期待される。過熱水蒸気は、通常、ボイラーを使用し、飽和水蒸気を発生させた後、過熱器で飽和水蒸気を加熱することにより得られる。過熱水蒸気は、ノズルを通して熱水と混合した状態で40～150μm程度の微細な過熱水滴となって噴射される。過熱装置として、オイルやガスを燃焼させて稼働させる場合もあるが、マイクロ波を利用した過熱装置も開発されており、一部のものは実用化されている。

食品加工への利用

過熱水蒸気が利用されている例としては、早い時期から野菜、茶など食品の乾燥分野での活用例が見られる。過熱水蒸気を用いた場合、通常の熱風乾燥よりも早く乾燥することが知られている。具体的には、森下ら^{1、2)}が行った豚レバーの乾燥や野邑³⁾が行ったインスタントラーメンの乾燥がある。過熱水蒸気によるインスタントラーメンの乾燥では、蒸しと乾燥の操作が行われる。また、ポテトチップス等のスナック菓子の製造工程において過熱水蒸気処理を利用することにより、油脂の酸化やビタミン等の損失を避けることができる利点がある。なお、ラーメンの乾燥では、麺の内部がポーラスとなるため、湯を注いだときに復元が早くなることが知られている。また、野菜を過熱水蒸気で処理すると鮮やかな色調を呈し、煮熟した場合のように柔らかくならず、一定

程度の硬さを有した状態で、加熱することができる。その他には、醤油乾燥粕の脱臭例や興味深い例として、魚の焼成がある。魚を過熱水蒸気で処理した場合、焼成特有の焦げ目が付かないように思われるが、過熱水蒸気は放射熱を有することから焦げ目が付くことが知られている。通常の焼き魚では、焼きむらができることが多いが、過熱水蒸気の場合は一様に接触することから、全体的にきれいに焦げ目がつくといわれている。

常圧過熱水蒸気の雰囲気下では、酸素が遮断されることから酸化が進行せずに処理できることが知られている。表1⁴⁾は加熱方法の違いによる天ぷら油の酸化を比較したものである。ガスや電子レンジで加熱した油は、POV(過酸化価値)がそれぞれ5.16、4.30であるが、過熱水蒸気で加熱した油は、2.90と低い値を示しており、油を過熱水蒸気で加熱した場合は、他の方法で加熱するよりも酸化が抑制されていることがわかる。このように、従来の加熱方法とは異なる利点を有する過熱水蒸気であるが、殺菌においても様々な利用法が考えられている。

表1 各手段で加熱した場合の天ぷら油の酸化⁴⁾

	POV (meg)	AV (mg)
未加熱天ぷら油	1.81	0.27
ガス加熱油	5.16	0.39
電子レンジ加熱油	4.30	0.27
常圧過熱水蒸気	2.90	0.27

殺菌技術への利用

乾熱殺菌は蒸気を伴わないため、熱の伝導が悪く、殺菌には時間を要する。一方、蒸気殺菌や熱水を用いた殺菌の場合は、湿熱であることから殺菌時間は乾熱殺菌よりも短時間で済むが、殺菌対象となる食品に水が付着することが避けられない。実際、缶、びん詰や包装食品を熱水で殺菌する場合は包装資材の外部に水が付着するだけであるから、食品自体にはあまり大きな影響はないが、蕎麦や香辛料などの粉体を熱水で殺菌することは、極めて困難である。しかし、過熱水蒸気は乾燥を伴うことから、粉体の殺菌が可能であり、しかも酸素の影響を受けにくい環境となるために、酸化を抑制しながら殺菌することも可能である。

現在利用されている過熱水蒸気による殺菌装置には、気流式と高速攪拌式のものがある。気流式は、殺菌対象物を過熱水蒸気の気流中に入れ、移送させながら連続的に殺菌する装置で、主に粉体を大量に処理する場合に適している。実際、香辛料や生薬の殺菌に応用されている。

表2⁴⁾は常圧過熱水蒸気で粉体の米糠を殺菌した場合の生菌数と品質について調べたものである。表からも明らかのように、200℃で10秒加熱することによって一般細菌数は10の7乗から2乗にまで著しく減少し、カビ・酵母や大腸菌群は100以下あるいは陰性となっており、極め

て殺菌効果の高いことを示している。また、15日後の脂肪酸化の結果をみても約3分の1で、未処理の米糠に比し、酸化が抑制されていることがわかる。また、表3⁴⁾は香辛料、小麦粉、そば粉、大豆粉、コンスターチなどを常圧過熱水蒸気で殺菌した場合の生残菌数を調べたものである。結果からも明らかのように、対象のものと比較し、著しい菌数の低下がみられるが、耐熱性菌は、わずかながら生残する傾向がみられる。これは、常圧過熱水蒸気は水分蒸発のため、殺菌対象となる食品の内部温度が100℃以上にならないためである。したがって、過熱水蒸気による殺菌は表面汚染菌に対しては、効果的であることから、粉体⁵⁾、野菜⁶⁾など表面積が大きい食品ほど殺菌効果が期待できる。なお、野菜の殺菌においては生野菜に比較的近い状態で過熱水蒸気による表面殺菌が可能なものとしてはニンジン、キュウリなどの根菜類や果菜類が挙げられる。しかし、殺菌需要が高いレタスや浅漬け原料となる白菜、キャベツなどの葉菜類は10秒程度の過熱水蒸気処理でも野菜組織が軟弱化することが指摘されていることから急速冷却を含めた処理方法の検討がこれからも必要と思われる。

表2 過熱水蒸気で処理した米糠の生残菌数⁴⁾

処理条件		一般細菌数	耐熱性菌数	カビ・酵母	大腸菌群	15日後の脂肪酸化(mg%)
温度(℃)	時間(秒)					
未処理米糠		2.8×10 ⁷	10 ⁴ <	5.4×10 ⁷	10 ⁵ <	1,725
200	10	7.9×10 ²	9.2×10 ²	100>	陰性	557
200	20	6.4×10 ²	6.7×10 ²	100>	陰性	548
200	30	5.0×10 ²	3.8×10 ²	100>	陰性	544
250	20	5.0×10 ²	2.6×10 ²	100>	陰性	533
2300	20	2.5×10 ²	4.4×10 ⁷	100>	陰性	489

表3 各種原材料に対する過熱水蒸気による殺菌効果⁴⁾

	原料名	処理条件	生菌数	耐熱性菌数	大腸菌群数
気流式	パプリカ	対照	1.6×10 ⁶	—	陽性
		135℃、5秒	300>	—	陰性
	小麦粉	対照	5.1×10 ³	3.8×10	陽性
		140℃、5秒	20×10 ²	20>	陰性
	そば粉	対照	1.3×10 ⁶	3.8×10	陽性
		140℃、5秒	300>	20>	陰性
大豆粉	対照	1.8×10 ⁵	9.4×10 ⁴	陽性	
	170℃、5秒	6.8×10 ²	1.7×10	陰性	
高速攪拌式	コンスターチ	対照	3.8×10 ²	20>	陽性
		180℃、5秒	20>	20>	陰性
	甘草	対照	1.2×10 ⁵	6.0×10	陽性
		190℃、10秒	20>	20>	陰性
	桂皮(刻み)	対照	7.7×10 ³	20>	陽性
		180℃、10秒	4.0×10	20>	陰性

文献

- 1) 森下ら：宮崎県食品加工研究開発センター研究報告、No.40、131 (1996)
- 2) 森下ら：宮崎県食品加工研究開発センター研究報告、No.41、135 (1997)
- 3) 野呂：食品開発、8 (1997)
- 4) 保坂秀明：食品工業、8/30、46 (1999)
- 5) 市毛ら：愛知県産業技術研究所研究報告 (7)、100 (2008)
- 6) 小野ら：日本食品科学工学会誌、53、172 (2006)

(宮尾茂雄 東京家政大学教授)

アサマ化成株式会社

E-mail : asm@asama-chemical.co.jp

http://www.asama-chemical.co.jp

●本社 東京都中央区日本橋小伝馬町20-3 TEL (03)3661-6282 FAX (03)3661-6285
 ●大阪営業所 大阪府大阪市西区中島5-6-13 御幸ビル TEL (06)6305-2854 FAX (06)6305-2889
 ●東京アサマ化成 東京都中央区日本橋小伝馬町16-5 TEL (03)3666-5841 FAX (03)3667-6854
 ●中部アサマ化成 名古屋市中村区東宿町2-28-1 TEL (052)413-4020 FAX (052)419-2830
 ●九州アサマ化成 福岡市南区横手2-32-11 TEL (092)582-5295 FAX (092)582-5304
 ●桜陽化成 札幌市手稲区前田五条9-8-18 TEL (011)683-5052 FAX (011)694-3061