

熊本県玉名横島海岸における防護と環境の調和を目指した 新たな海岸保全技術の開発

Development on the New Coastal Protection Technology to Reconcile
Environment and Disaster Prevention on Tamana-Yokoshima Coast in the Ariake Sea

滝川清¹・黒木淳博²・増田龍哉³・森本剣太郎⁴・松永浩二⁵・西尾徹⁶

Kiyoshi TAKIKAWA, Atsuhiko KUROGI, Tatsuya MASUDA, Kentaro MORIMOTO
Koji MATSUNAGA and Toru NISHIO

The sand banking on the front of the coast protection was examined to achieve the development of a new coast maintenance technology considering both environmental protection and disaster prevention in Tamana-Yokoshima coast, Kumamoto. The change of the natural topography generally maintained stable from the investigation of the embankment front sea area, and there was little change in the bottom quality. In addition, the bottom topography would stabilize for a certain period, and benthos increased in one year after the sand banking had been made.

1. はじめに

日本を代表する大型閉鎖性内湾である有明海沿岸部では、江戸時代以前から行なわれている干拓により自然海岸が減少している。有明海における人工海岸の比率 55% は全国平均の 33% を大きく上回っている。また、海岸線は防護を主目的に、コンクリート製の人工的な直立護岸で覆われており、本来、自然海岸が有していた地形の連続性が失われ、そこに生息していた底生動物や植物等の生息場が消失している。近年の環境保護への関心の高まりと共に、1999 年に海岸法の改正により、地域を守る安全な海岸の整備ばかりでなく、自然と共生する海岸の保全と整備、多様な利用ニーズに対応した海岸の実現など、防護・環境・利用の調和のとれた海岸保全の取り組みの必要性が高まっている。

このような背景の下、図-1 に示す熊本県玉名市玉名横島海岸において、高潮や波浪、有明海特有の干満差と軟弱な地盤のため、老朽化や地盤沈下が進んだ堤防の整備にあたり、防護だけではなく海岸の利用や環境にも配慮した海岸を造ることを目的として、2002 年より海岸前面海域の地形変化等の環境特性を調査するとともに、生物生息機能、親水機能などを有する新しい海岸保全技術の開発を目的として堤防前面において盛砂試験を行なっている。

本研究では、玉名横島海岸前面海域の環境特性調査と堤防前面での盛砂試験について約 4 年間の調査結果から得られた知見を報告する。

2. 玉名横島海岸及び海岸前面海域の環境特性調査と堤防前面における盛砂試験の概要

(1) 玉名横島海岸の概要

玉名横島海岸は、玉名市大開地先に位置する唐人川樋門より、横島干拓地前の堤防を経て、一級河川菊池川河口部に位置する末広開地先の有明樋門に至る 10.1 km の堤防で防護された海岸である(図-2)。堤防の天端高は最大で T.P.+7.0 m であり、堤防前面には消波ブロックと押さえ捨石が設置されている高潮防災堤防である。計画高潮位は T.P.+3.30 m (前面堤防)、T.P.+3.20 m (菊池川堤防)、波浪条件は波高 3.15 m, 周期 5.68 s

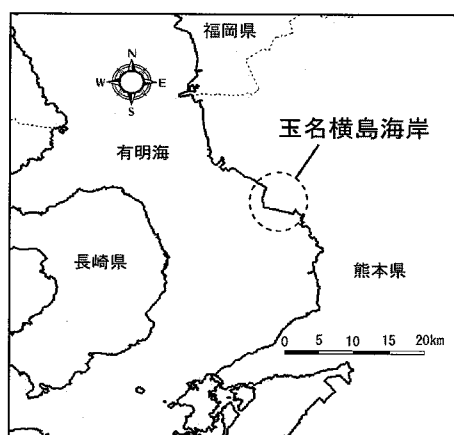


図-1 玉名横島海岸の位置

- | | |
|------------|-----------------------|
| 1 フェロー 工博 | 熊本大学沿岸域環境科学教育研究センター教授 |
| 2 学生会員 | 熊本大学大学院自然科学研究科 修士課程 |
| 3 正会員 | 熊本大学 特定事業研究員 |
| 4 正会員 博(工) | 熊本大学 特定事業研究員 |
| 5 | 九州農政局玉名横島海岸保全事業所 所長 |
| 6 | 九州農政局玉名横島海岸保全事業所 |

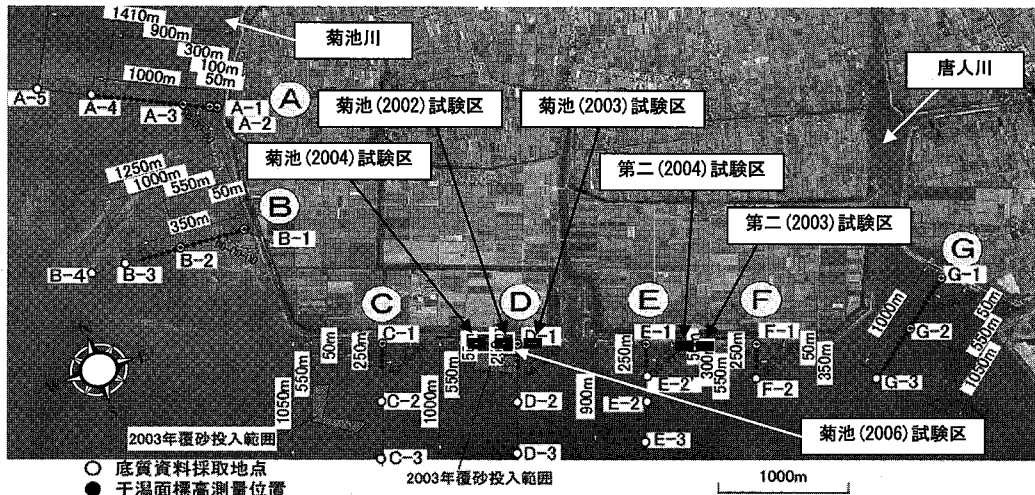


図-2 玉名横島海岸の概要と調査位置図

(前面堤防), 波高 2.64 m, 周期 4.25 s (菊池川堤防) と設定されている。海岸前面海域の潮流は, 北～北西方向と南東～南西方向の往復流が平均大潮期の上げ潮・下げ潮最強時に 10～30 cm/s を示す流況である。

(2) 海岸前面海域の環境特性調査

海岸前面海域の環境特性を把握するため堤防前面での盛砂試験と同時に, 図-2 に示す海岸の前面に A～G の 7 測線を設け, 2003 年からの約 3 年間, 定期的に地形調査と底質調査を実施した。A, B 測線は菊池川河口に, C, D, E, F 測線は玉名横島海岸堤防の前面に, G 測線は唐人川の河口に位置している。地形調査は堤防のパラベット天端高を基準点とし, 光波測距儀により測点間隔 50 m (図-2 の●地点) で測定した。A 測線は海岸から 250 m まで徒歩で, 300 m 以遠は船上より, スタッフを水中下の干潟面に据えて測量を行った。B, C, D, E 測線は徒歩で, F, G 測線は船上より測量を行った。底質調査については図-2 の A-1～G-3 までの 22 測点で実施した。各測線ともに堤防から 50 m の測点は徒歩により試料を採取し, それ以外の測点で徒歩での採取が不可能な場所は, 船上から直径 10 cm の鋼管製のドレッジ採泥器により採取した。採取した試料は粒度試験, 土粒子密度試験を行った。

(3) 堤防前面における盛砂試験

海岸に生息する生物に影響を与える環境特性の一つとして地盤高がある (森本, 2006)。自然海岸においては潮下帯から潮上帯まで連続した地形が続き, 地盤高に適応した生物が生息している。しかし, 津波や高潮などの海象災害の対策として堤防などの構造物が造成されてきた。この構造物によって防護能力は格段に増したものの, 海岸線は人工化によって隔絶され, 本来海岸が有してい

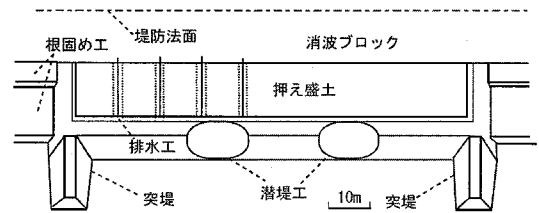


図-3 第二(2003)試験区 平面図

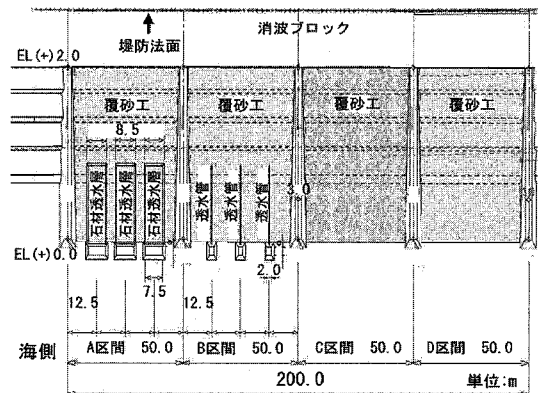


図-4 菊池(2006)試験区 平面図

るはずの地形の連続性が失われてきている。そこで, 堤防や消波ブロック, 押え捨石などの構造物を残し防護能力を維持しつつ, 本来その場所に生息していた生物の生息に適した環境を回復することを目的として堤防の前面の押え捨石部において盛砂試験を実施した。

前述の目的のため, 2002～2004年に図-2に示す5箇所の盛砂試験区を造成した。盛砂試験区的具体例として, 図-3に第二(2003)試験区の平面図を, 図-4に菊池(2006)試験区の平面図を示す。基本構造としては堤防

の前面に敷設された消波ブロックの前に突堤を出し、その間にある押え捨石上に盛砂をしている。突堤の役割としては突堤間への砂の堆積を促進し、盛砂を行わない区間でも将来的には盛砂がある区間と同様の状態へと遷移していくことを期待して造成されている。

2002年の「菊池(2002)試験区」は、2003年とは異なり既設押え捨石前面部に盛砂を行った(滝川ら, 2006)。2003年の「菊池(2003)試験区」と「第二(2003)工区」は、図-3に示すように盛砂を既設押え捨石上に満潮位付近まで設置し、砂の流出を抑えるため潜堤も設置した。2004年の「菊池(2004)試験区」と「第二(2004)試験区」は、潜堤を撤去し、朔望平均満潮位で汀線が創出されるように、前面海側に向かってなだらかに擦り付ける断面形状として造成した。これらの結果を元に、菊池川側前面堤防の前面部に突堤群を造成し、海岸へと人が容易にアクセスできるなどの親水機能を有する全長1,315 mの突堤群を2006～2007年に造成する海岸保全事業が計画された。それに伴い、2006年には造成した5箇所の盛砂試験区を撤去し、現在では突堤の一部分が造成され、さらにその一部の区間だけテストケースとして図-4の「菊池(2006)試験区」に示すように、それまでの工法の良い部分を取り入れた形状とした。

盛砂に使用した砂は、2002年の試験区は宇土半島沖の下網田地先上の洲、2003、2004年は天草郡大浦地先、2006年は天草市有明町大浦沖合から採取した砂を利用し、それぞれの中央粒径は2002年の試験区が0.61 mm、2003年は0.42 mm、2004年は0.37 mm、2006年は0.40 mmであった。

盛砂試験の追跡調査として地形変化と生物生息状況の把握を行った。地形変化は全試験区で干潟標高を調査し、生物生息状況の把握については菊池(2002)試験区、第二(2003)試験区、菊池(2004)試験区、菊池(2006)試験区で目視観測や20 cmのコドレートによる調査を行った。

3. 海岸前面海域の環境特性調査結果

(1) 干潟地形の変動

C測線、F測線における造成当初からの干潟標高の変動量を図-5に示す。A測線の干潟面は造成当初より平均20 cm程度の侵食がみられ、岸から300 m地点では干潟標高が、観測開始より約110 cm侵食されている。B測線では堤防から400 m以内の領域では目立った傾向が見られず、400 m以上離れた領域で堆積傾向が見られた。C、D、E測線では約1/250の勾配にあり、20 cm以下の侵食と体積を繰り返しており、経年変化はほとんどないと等しいが、測線Dでは菊池(2006)試験区の影響により岸から50 mの地点で160～180 cm程度干

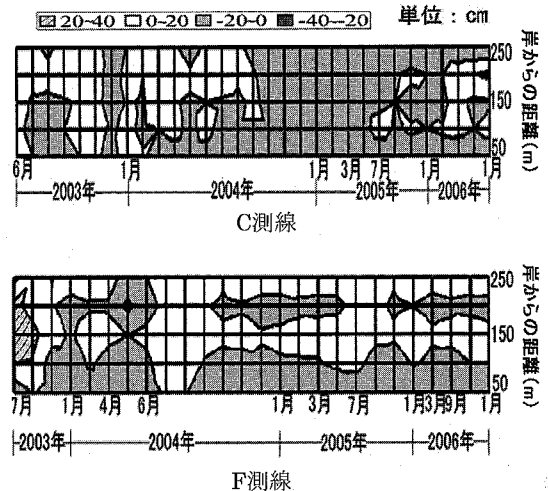


図-5 C、F 測線における造成当初からの干潟変動

潟標高が造成当初より高くなる結果となった。測線Fでは観測開始直後はC、D、E測線に比べて変動量が若干大きい傾向が見られたが、その後はC、D、E測線とほぼ同様の傾向となっている。測線Gでは、岸から750 mの地点までは変動は0～20 cm程度の侵食となっており、750 m以上の部分では20～40 cm程度侵食された地点が部分的に存在している。各測線とも大雨や台風の発生に伴って20 cm程度地盤が侵食しているものの、その後は元の標高まで戻るサイクルを繰り返している。

(2) 底質調査

図-6にA、C、F、G測線の各測点における、2003～2005年までの底質の粒度組成を示す。菊池川河口のA、B測線では、2003～2005年ともに砂分が主体となっており、これらは主に菊池川から供給された砂分によるものと考えられる。C、D、E測線は沖合550 m地点までは砂分が多くなっており、沖合1 kmになるとシルト分が多くなっている。F測線は、堤防から50 mの地点では砂分とシルト分がほぼ同程度となっており、沖合550 mでは砂分が主体となっている。C、D、E、F測線の底質は、砂分を多く含む菊池川からの流入と、シルト分を多く含む唐人川からの流入が堤防前面の海域で合流し、菊池川から唐人川の方へと流れる流況の影響を受けていることが考えられる。唐人川河口東側のG測線では、2003～2005年に岸寄りの地点でシルト分、中間の地点で砂分が主体、沖の地点では砂分とシルト分が同程度となっている。G測線の岸寄りではシルト分が多い理由としては、唐人川より干拓堤防内や上流の農地からシルトが供給されるためだと考えられる。底質の組成は場所によって違いがあるものの、時間的な変動は小さい。各測線の土粒子密度は、2003～2005年に大きな変動はみられず、全地点ともに 2.6 g/cm^3 前後となっている。

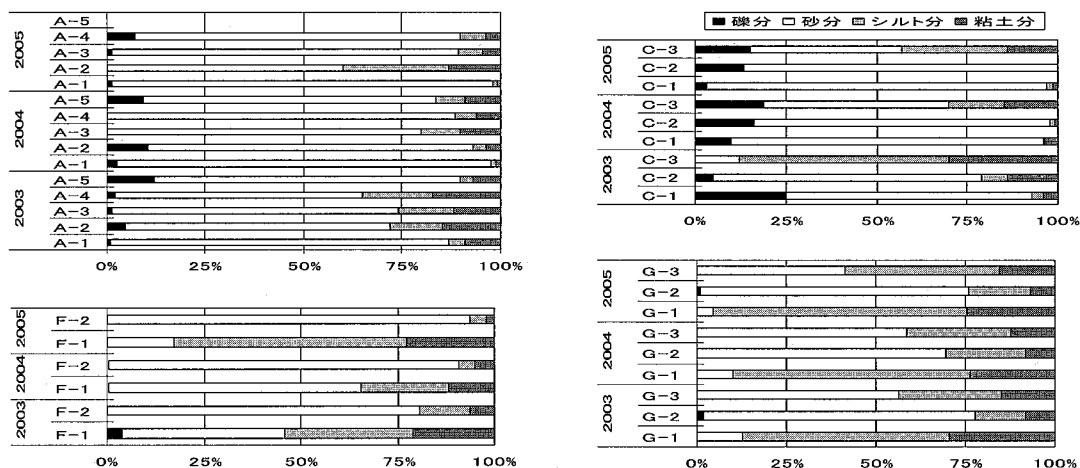


図-6 海岸前面海域における底質の粒度組成変動

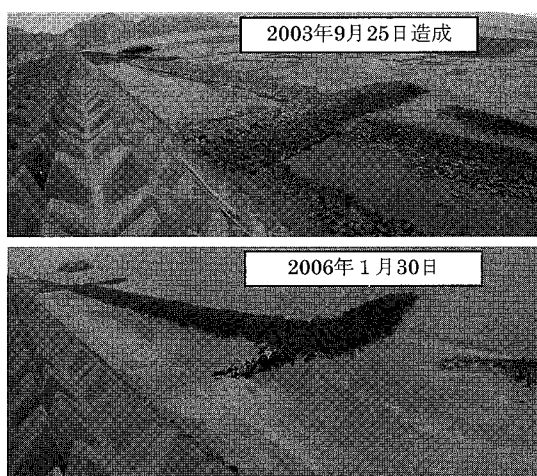


写真-1 第二(2003)試験における盛砂の変動

4. 盛砂砂試験追跡調査の結果

(1) 地形変化

菊池(2002)試験区では、造成直後の2002年8月30日に台風15号が来襲し、波浪により土留め機能の潜堤付近の盛砂面は30～50cm程度低下した。その後は、台風などの暴浪により干潟面は、造成当初より50～100cm低下したものの、2006年までには安定した状態となっている。消波ブロックの前面部では、菊池(2004)試験区から台風等の影響により移動した盛砂の堆積により、2004年11月時点の盛砂面は造成当初より30～50cm程度上昇している。その後、波浪等の影響はあるものの2006年1月には盛砂の移動はほぼなくなった。

第二(2003)試験区の造成直後と2006年1月時点の

写真を写真-1に示す。盛砂面は時間の経過とともに低下し、2004年8月30日、9月7日の台風16、18号の影響により、2004年9月時点で盛砂面は10～40cm程度低下しているが、2006年1月にかけてはほぼ定常状態であった。また、消波ブロックの前面では第二(2004)試験区から、台風等の影響により移動した盛砂の堆積により、2004年9月16時点で1.0m程度上昇し、その後は2006年1月まではほぼ定常状態となっている。写真-1に示すように流出した盛砂の堆積によってゴツゴツした押え捨石の隙間が埋まり、突堤のみのときよりも海岸へのアクセスがより容易となる状況も確認できた。

菊池(2004)試験区では、造成直後の2004年9月29日に台風21号が襲来し、その波浪により盛砂面が場所によって50～100cm程度低下した、その後、波浪の影響で2005年の3月まで盛砂面が低下し、特に突堤間の中央部で大きく低下し弓なり状になったが、2006年1月までは、変動は少なくほぼ安定した。

菊池(2006)試験区における造成当初からの盛砂の変動量を図-7に示す。造成時には試験区全体に渡って均等な厚さの盛砂が行われたが、2006年9月17日の台風13号により堤防前面高潮付近の盛砂が侵食され、その直後に実施した9月21日の調査結果より、突堤間岸沖方向中央部突堤付近に砂が堆積していた。しかし、2007年2月3日の調査では、突堤間の砂が侵食され、消波ブロック側と突堤前面海域へ砂が堆積していた。

(2) 生物変化

第二(2003)試験区の生物種数と生物個体数の変化を図-8に示す。菊池(2002)試験区については滝川ら(2006)に示されている。第二(2003)試験区では、造成直後は生物種数1～2種、個体数20個体/m²前後であったが、造成約1年後より増加し始め、2年後には生

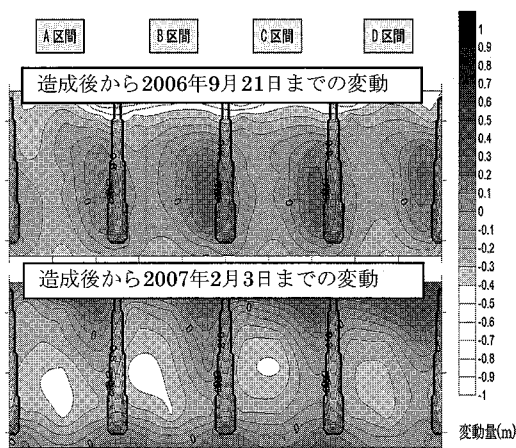


図-7 菊池 (2006) 試験区造成直後からの盛砂の変動

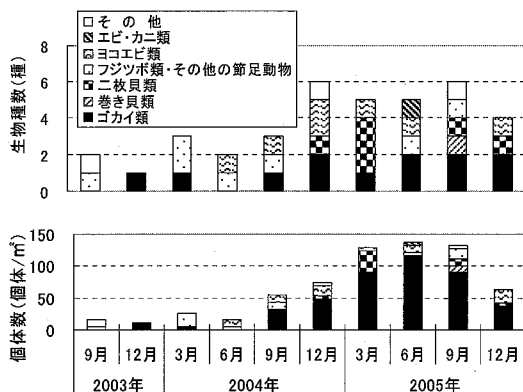


図-8 第二 (2003) 試験区生物種数・個体数の変化

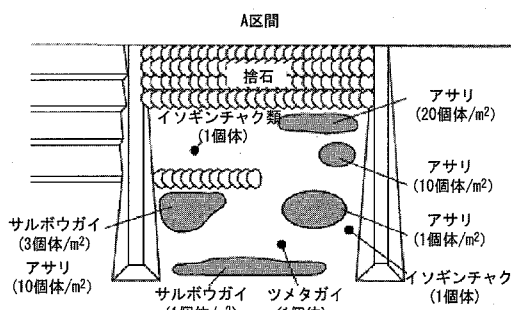
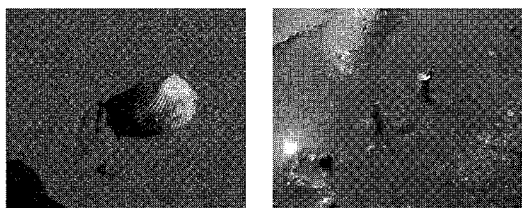


図-9 底生生物分布図



サルボウガイ

ゴカイ類の棲管

写真-2 目視観測で確認された生物

物種が5～6種、個体数120～140個体/m²まで増加している。菊池 (2004) 試験区では一定の傾向は見られなかった。菊池 (2002) 試験区と第二 (2003) 試験区を比較すると生物種、個体数ともに造成後約1年で増加する傾向が見られた。菊池 (2006) 試験区で造成後約一ヶ月後に行われた底生生物調査において確認された底生生物の分布図を図-9に、目視観測によって確認された生物の写真を写真-2に示す。底生生物調査では主にアサリが多く確認され、他にもサルボウガイやゴカイ類の棲管等が確認された。

5. おわりに

玉名横島海岸において防護と環境の調和した海岸保全技術の開発を目的として、海岸前面海域の環境特性調査と、堤防前面部で盛砂試験を行った。海岸前面海域の地形は各測線とも大雨や台風時の波浪によって20 cm程度地盤が低下しているものの、その後は元の標高まで戻っている。底質は菊池川河口では砂質、唐人川河口ではシルト質、前面堤防では岸側で砂質、沖側でシルト質となり、時間の変化によっては大きな変動を示さないことが明らかとなった。盛砂試験の結果、地形の変動は造成後の台風やそれに伴う波浪の影響によって盛砂面が変動するものの安定した状況となった。生物種や個体数は造成後一定の期間を経た後に増加し、その後安定した状態へと変化していくことが明らかとなった。以上のことで防護海岸の前面に連続した地形を作ることによって生物生息機能を有する場が創成されることが確認できた。

これらの結果を踏まえ現在は、海岸の横断方向への人の移動を容易にし、消波ブロックのみの殺風景な景観の改善などを目標として未整備の突堤部分を造成し、モデルケースとして造成された菊池 (2006) 試験区において、地形・底質・生物調査などの追跡調査を行っている。

今回の調査、研究は農林水産省九州農政局玉名横島海岸保全事業との共同研究のもとに実施されたものであり、ここに記して謝意の意を表します。

参考文献

- 環境省有明海・八代海総合調査評価委員会(2006): 委員会報告。
- 滝川 清・増田龍哉・森本剣太郎・松本安弘・大久保貴仁(2006): 有明海における干潟海域環境の回復・維持に向けた対策工法の実証試験, 海岸工学論文集, 53巻, pp. 1241-1246。
- 森本剣太郎・滝川 清・古川恵太・増田龍哉・幸田亜紀・山下絵里子(2006): 人工潟湖干潟における生態系発達機構と物質収支に関する研究, 海岸工学論文集, 53巻, pp. 1206-1211。